(ক) ভূ-স্থির উপগ্রহটি কত উচ্চতায় (h) উৎক্ষেপণ করতে হবে ?

(খ) h-এর মান দ্বিগুণ হলে উপগ্রহটির বেগ কত বৃদ্ধি করতে হবে ? গাণিতিকভাবে দেখাও।

[উ: (ক) 3.6×10^4 km; (খ) h এর মান দ্বিগুণ হলে উপগ্রহটির বেগ 2.62 km s^{-1} বৃদ্ধি করতে হবে।]

[চ. বো. ২০১৬]

৬৩ ৭। একদল বিজ্ঞানী 100 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে 3.6×10^4 km ওপরে ওঠিয়ে 3.1 km/s রৈখিক বেগ প্রদান করে চাঁদ সদৃশ উপগ্রহে পরিণত করার চেষ্টা করলো। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 ও 16 গুণ। পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব 3×10^5 km। পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 m s^{-2} মহাকর্ষ ধ্রুবকের মান 6.673×10^{-11} N m^2 kg^{-2}

(ক) পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী কোন বিন্দুতে মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে ?

(খ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে কি না গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করো।

[উ: (ক) পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে চাঁদের দিকে 2.7×10^8 m দূরে মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে।
(খ) উদ্দীপকে উল্লেখিত উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ = 3.078 km s^{-1}। যেহেতু প্রাপ্ত বেগ প্রদত্ত বেগের সমান নয় সুতরাং এটি চাঁদের মতো কৃত্রিম উপগ্রহ হবে না।] [চ. বো. ২০১৭]

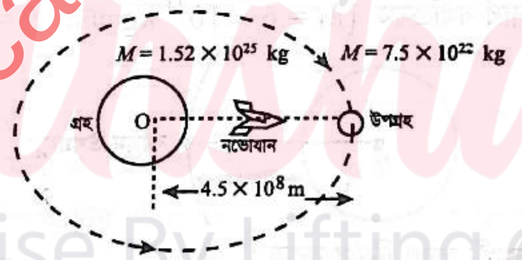
৬৩ ৮। কোনো গ্রহের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষপথে 7.8 km s^{-1} বেগে ঘুরছে যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.0 m s^{-2}। অন্য একটি গ্রহের সাথে গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধের অনুপাত যথাক্রমে $80 : 1$ ও $4 : 1$।

(ক) বৃত্তাকার কক্ষপথের উচ্চতা নির্ণয় করো।

(খ) গ্রহ দুটির মধ্যে একটি নভোযান যাতায়াত করলে কোন গ্রহ হতে অধিক গতিশক্তি নিয়ে নভোযানটিকে যাত্রা শুরু করতে হবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য করো।

[উ: (ক) $(6.76 \times 10^6 - R)$ m ; (খ) দ্বিতীয় গ্রহ হতে প্রথম গ্রহের চেয়ে 20 গুণ বেশি গতিশক্তি নিয়ে নভোযানটিকে যাত্রা শুরু করতে হবে।] [সি. বো. ২০১৭]

৬৩ ৯।



ওপরের উদ্দীপকটি লক্ষ্য করো।

(ক) উপগ্রহটির বেগ নির্ণয় করো।

(খ) গ্রহ থেকে উপগ্রহের দিকে যাওয়ার পথে কোনো স্থানে নভোযানটির ওপর লব্ধি বল শূন্য হবে কিনা— গাণিতিকভাবে সিদ্ধান্ত দাও।

[উ: (ক) 1.5 km s^{-1}; (খ) গ্রহটি থেকে উপগ্রহের দিকে 4.2×10^8 m দূরে লব্ধিবল শূন্য হবে।]

[অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]

৬৩ ১০। পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে সর্বদা 620 km উর্ধ্বে থেকে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর চারদিকে কত অনুভূমিক বেগে প্রদক্ষিণ করে ? দেওয়া আছে $g = 9.8$ m s^{-2} এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6380$ km।]

[উ: 7.54 k m s^{-1}] [রুয়েট : ২০১৪–২০১৫]

৬৩ ১১। 40 kg ওজনের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় স্থাপন করলে তা প্রতি 24 ঘণ্টায় 2 বার একই স্থানে পর্যবেক্ষণ করতে পারবে ? [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও তার ভর 6×10^{21} Ton]

[উ: 2.02×10^7 m] [বুয়েট : ২০১৭–২০১৮]

Educationblog24.com
Academic & Admission pathshala
We Rise By Lifting Others

৬৬ ১২। ভূ-পৃষ্ঠের চতুর্দিকে নিরক্ষবৃত্ত বরাবর বৃত্তাকার পথে আবর্তনশীল একটি ভূ-স্থির যোগাযোগ উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় ঘুরেছে ? [উ: 3.6×10^8 m] [বুয়েট : ২০০১–২০০২]

৬৬ ১৩। ভূ-পৃষ্ঠ হতে 500 km ওপরে একটি স্যাটেলাইট ঘুরছে। এর বেগ কত ? [ঐ উচ্চতায় $g = 9.3$ m s^{-2}]
[উ: 7.43×10^3 m s^{-1}]

৬৬ ১৪। আমাদের পৃথিবীর ব্যাস 12800 km। একটি উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষে 7.8 km s^{-1} গতিবেগে ঘুরে। বৃত্তাকার কক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.2 m s^{-2} হলে, (i) উপগ্রহের গতিবেগ ও (ii) একবার পূর্ণঘূর্ণনের সময়কাল নির্ণয় করো। [উ: (i) 7792.30 m s^{-1} ; (ii) 1h 28 min 45.05 s] [বুয়েট : ১৯৯৭–১৯৯৮]

৬৬ ১৫। একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় 8 km s^{-1} বেগে ঘুরছে। সেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $g_h = 8$ m s^{-2}। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপগ্রহটির উচ্চতা নির্ণয় করো। [উ: 1600 km] [চুয়েট : ২০১৫–২০১৬]

৬৬ ১৬। একটি 20 kg ভরের কৃত্রিম উপগ্রহ অজানা ভরের একটি গ্রহের চারদিকে 8.0×10^6 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তিত হলে তার পর্যায়কাল 2.4 h হয়। গ্রহপৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 8.0 m s^{-2} হলে গ্রহটির ব্যাসার্ধ কত ? [উ: 5.816×10^6 m] [বুয়েট : ২০১৪–২০১৫]

৬৬ ১৭। একটি রিমোট সেন্সিং স্যাটেলাইট পৃথিবীর চারদিকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে 250 km ওপরে বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। এ পথে স্যাটেলাইটটির গতিবেগ এবং ঘূর্ণনকাল নির্ণয় করো। ($R_e = 6400$ km; $g = 9.8$ m s^{-2})।
[উ: 7.77 km s^{-1}; 1 h 29 min 35.26 s]

৬৬ ১৮। একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধের অর্ধেক উচ্চতায় ঘুরে। ঐ উচ্চতায় এর গতিবেগ কত ? [উ: $\sqrt{\frac{2gR}{3}}$] [রা. বি. ২০১৬–২০১৭]

৬৬ ১৯। পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে 700.0 km উর্ধ্বে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। উপগ্রহটির অনুভূমিক বেগ কত m s^{-1} ? [উ: 7509.43 m s^{-1}] [শা. বি.প্র.বি. ২০১৫–২০১৬]

৬৬ ২০। পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে 620 km উর্ধ্বে থেকে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর চারদিকে কত অনুভূমিক বেগে প্রদক্ষিণ করে ? দেওয়া আছে $g = 9.8$ m s^{-2} এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6380$ km। [উ: 7.5 km s^{-1}]
[রুয়েট : ২০১৪–২০১৫]

৬৬ ২১। ভূ-পৃষ্ঠের চতুর্দিকে নিরক্ষবৃত্ত বরাবর বৃত্তাকার পথে পূর্বদিকে গতিশীল একটি যোগাযোগ উপগ্রহের আবর্তনকাল 1 দিন। (i) এরূপ স্থির উপগ্রহের বৃত্তাকার পথের ব্যাস কত ? (ii) উপগ্রহটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত দূরে থেকে ঘুরছে ? [দেয়া আছে, পৃথিবীর ভর 5.98×10^{24} kg এবং ব্যাসার্ধ 6.38×10^6 m।]
[উ: (i) 8.45×10^7 m ; (ii) 3.58×10^7m] [বুয়েট : ২০১৭–২০১৮]

৬৬ ২২। পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে 600 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 m s^{-2}।

(ক) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় করো।

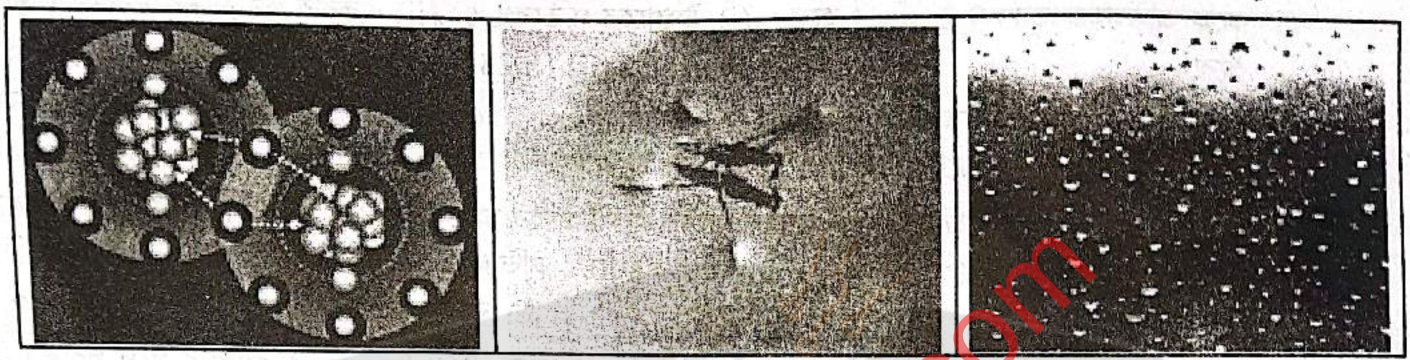
(খ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করা সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[উ: (ক) 8.192 m s^{-2} ; (খ) ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 h কিন্তু উদ্দীপকের উপগ্রহের পর্যায়কাল 1.615 h। সুতরাং এটি ভূ-স্থির উপগ্রহ হবে না।] [ব. বো. ২০১৯]

Educationblog24.com

৭ পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

STRUCTURAL PROPERTIES OF MATTER



পদার্থের কিছু সাধারণ ধর্ম রয়েছে যা পদার্থের তিনটি অবস্থাতেই পরিলক্ষিত হয়। এ রকম একটি ধর্ম হলো স্থিতিস্থাপকতা। যেসব পদার্থ প্রবাহিত হয় এদের বলা হয় প্রবাহী পদার্থ বা ফ্লুয়িড। তরল পদার্থ ও গ্যাস হলো ফ্লুয়িড। এ ছাড়া প্রবাহী পদার্থের আরও কিছু ধর্ম আছে, এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য তরল পদার্থের পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা। এ অধ্যায়ে আমরা আন্তঃআণবিক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল, পদার্থের তিন অবস্থা, পদার্থের বন্ধন, স্থিতিস্থাপকতা, পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা নিয়ে আলোচনা করবো।

প্রধান শব্দসমূহ : আন্তঃআণবিক বল, স্থিতিস্থাপকতা, স্থিতিস্থাপক সীমা, পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু, নমনীয় বস্তু, পূর্ণদৃঢ় বস্তু, বিকৃতি, পীড়ন, অসহ বল, অসহ পীড়ন, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, ইয়ং গুণাঙ্ক, আয়তন গুণাঙ্ক, দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, পয়সনের অনুপাত, সান্দ্রতা, সান্দ্রতা সহগ, পৃষ্ঠটান, সংসক্তি বল, আসঞ্জন বল, পৃষ্ঠশক্তি, স্পর্শকোণ।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

ক্রমিক নং	শিখনফল	অনুচ্ছেদ
১	পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১
২	পদার্থের বিভিন্ন প্রকার বন্ধন ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৩
৩	আন্তঃআণবিক বলের আলোকে পদার্থের স্থিতিস্থাপক আচরণ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৫
৪	স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কিত রাশিমালা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৪, ৭.৬
৫	হুকের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৭
৬	লেখচিত্রের সাহায্যে পীড়ন-বিকৃতি সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৮
৭	স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.৯
৮	পয়সনের অনুপাত ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১০
৯	**ব্যবহারিক :** * ভার্নিয়ার পদ্ধতি ব্যবহার করে ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্ণয় করতে পারবে।	৭.১২
১০	প্রবাহীর প্রবাহ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১৩
১১	প্রান্তিক বেগ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১৪

Educationblog24.com

ক্রমিক নং	শিখনফল	অনুচ্ছেদ
১২	সান্দ্রতা ও সান্দ্রতা গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১৪, ৭.১৬
১৩	ঘর্ষণ ও সান্দ্রতার সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১৫
১৪	তরলে পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে স্টোকস্-এর সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.১৭
১৫	পৃষ্ঠটান ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.২০, ৭.২১
১৬	পৃষ্ঠশক্তি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.২২
১৭	সংসক্তি বল ও আসঞ্জন বল ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.২১
১৮	স্পর্শকোণ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৭.২৩
১৯	পৃষ্ঠটানের কয়েকটি ঘটনা বর্ণনা করতে পারবে।	৭.২৪

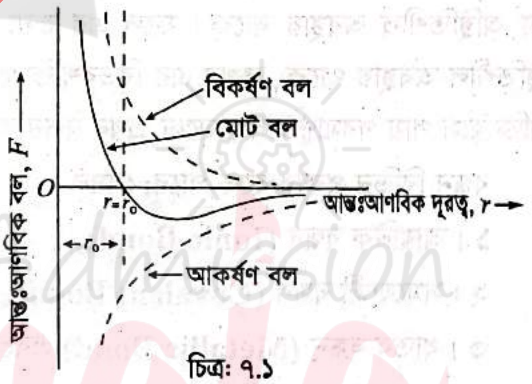
৭.১। পদার্থের আন্তঃআণবিক বল

Intermolecular Forces of Matter

পদার্থ অণু ও পরমাণু দিয়ে গড়া। বিভিন্ন পরমাণুর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের জন্য গঠিত হয় অণু আর বিভিন্ন অণুর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের জন্য গঠিত হয় পদার্থ। অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে যে বল ক্রিয়া করে তাকে বলা হয় আন্তঃআণবিক বল। এ আন্তঃআণবিক বল সৃষ্টি হয় দুটি শক্তির দরুন—

(ক) পারিপার্শ্বিক অণুগুলোর ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট বিভবশক্তি।

(খ) অণুগুলোর তাপীয় শক্তি যা প্রকৃতপক্ষে অণুগুলোর গতিশক্তি। এ শক্তি বস্তুর উষ্ণতার ওপর নির্ভরশীল।



চিত্র: ৭.১

অণুগুলোর মধ্যকার দূরত্ব r-এর পরিবর্তনের সাথে আন্তঃআণবিক বলের পরিবর্তন ঘটে। এ পরিবর্তনের প্রকৃতি ৭.১ চিত্রে দেখানো হলো। আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত বেশি হবে অর্থাৎ r যত বৃদ্ধি পাবে আন্তঃআণবিক বল তত আকর্ষণধর্মী হবে। আন্তঃআণবিক দূরত্ব r যত কম হবে আন্তঃআণবিক বল তত বিকর্ষণধর্মী হবে। স্বাভাবিক অবস্থায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল পরস্পরকে নিষ্ক্রিয় করে ফলে নিট বল শূন্য হয়। এ অবস্থায় $r = r_0$। এখানে r_0 সাম্যাবস্থায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বা সুস্থিতি দূরত্ব (equilibrium distance)।

৭.২। পদার্থের তিন অবস্থা : কঠিন, তরল ও বায়বীয়

States of Matter : Solid, Liquid and Gas

আমরা জানি যে, পদার্থ সাধারণত তিন অবস্থায় থাকে— কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থা। আন্তঃআণবিক দূরত্ব ও বল দিয়ে এ অবস্থার বর্ণনা করা যেতে পারে। আমরা জানি যে, যখন আন্তঃআণবিক দূরত্ব $r = r_o$ তখন নিট বল শূন্য, তখন অণুগুলো সাম্যাবস্থায় অবস্থান করে। এ সাম্যাবস্থায় অণুগুলো একটি নিয়মিত ত্রিমাত্রিক বিন্যাসে সজ্জিত থাকে যাদের বলা হয় কেলাস। অণু বা আয়নগুলো দ্বারা দখল করা অবস্থানকে বলা হয় ল্যাটিস বিন্দু। সামান্য টেনে অণুগুলোকে যখন এদের পরস্পর থেকে কিছুটা দূরে নেওয়া হয় অর্থাৎ যখন $r > r_o$, তখন অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল কাজ করে। অণুগুলোকে যদি কিছু ঠেলে আরও কাছাকাছি আনা হয় অর্থাৎ যদি $r < r_o$ হয়, একটি বিকর্ষণ বল কাজ করে। এভাবে কোনো অণুকে যদি এর সাম্যাবস্থা থেকে সরানো হয় তাহলে এটা এর গড় অবস্থানকে ঘিরে স্পন্দিত হতে থাকবে। কঠিন পদার্থে এরকম অবস্থা থাকে। কঠিন পদার্থে অণুগুলো থাকে প্রায় সাম্যাবস্থার দূরত্বে। স্পন্দনের বিস্তার খুব কম হয় ফলে অণুগুলো এদের অবস্থানে আবদ্ধ থাকে। কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার কেন থাকে তার ব্যাখ্যা এ থেকে পাওয়া যায়। সুতরাং বলা যায় যে,

১। কঠিন পদার্থে অণুগুলো খুব কাছাকাছি থাকে এবং সুদৃঢ় বিন্যাসে সজ্জিত থাকে।

২। কঠিন পদার্থে অণুগুলো এদের গড় অবস্থানকে ঘিরে স্পন্দিত হয়।

৩। কঠিন পদার্থে অণুগুলোর মধ্যবর্তী বল প্রবল।

৪। কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার আছে।

তরল পদার্থ : তরল পদার্থে অণুগুলোর মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব কঠিন পদার্থের চেয়ে কিছুটা বেশি। এদের মধ্যে আকর্ষণ বল দুর্বল এবং অণুগুলো মুক্তভাবে তরল পদার্থের সর্বত্র ঘুরে বেড়াতে পারে। ফলে তরল পদার্থের আকার পরিবর্তিত হয় এবং যে পাত্রে রাখা হয় তার আকার ধারণ করে।

বায়বীয় পদার্থ : বায়বীয় পদার্থ বা গ্যাসের বেলাতে অণুগুলোর আকৃতির তুলনায় এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব খুব বেশি অর্থাৎ $r >> r_0$। ফলে আন্তঃআণবিক বল খুব দুর্বল বা নগণ্য। এ পদার্থের অণুগুলো ইতস্তত বিক্ষিপ্ত গতিতে থাকে। অণুগুলোর কোনো নির্দিষ্ট বিন্যাস থাকে না। অণুগুলো পরস্পরের সাথে এবং ধারকপাত্রের দেয়ালের সাথে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটায়। সংঘর্ষের সময় ছাড়া অণুগুলোর মধ্যবর্তী বল নগণ্য।

৭.৩। পদার্থের বন্ধন
Bonds of Matter

আমরা জানি যে, সকল পদার্থেরই অণু গঠিত হয় বন্ধন গঠনের মাধ্যমে। মৌল যখন পারমাণবিক অবস্থায় থাকে, তখন তা অস্থিতিশীল অবস্থায় থাকে। ফলে এর জন্য বিপুল বিভবশক্তির প্রয়োজন হয়। কিন্তু বন্ধন দ্বারা গঠিত অণুতে পরমাণু স্থিতিশীল অবস্থায় থাকে, তখন এর বিভবশক্তি থাকে খুবই কম। সুতরাং পরমাণুগুলোর সংযোগের ফলে যখন ব্যবস্থার বিভব শক্তি হ্রাস পায় পরমাণুগুলোর মধ্যে তখন বন্ধন বা রাসায়নিক বন্ধন গঠিত হয়।

বন্ধন বিভিন্ন প্রকার হতে পারে; যেমন—

১। আয়নিক বন্ধন (Ionic Bond),

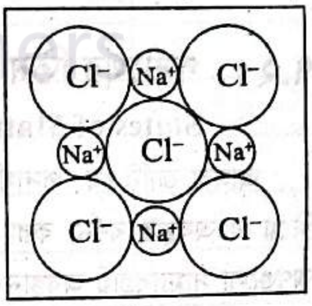
২। সমযোজী বন্ধন (Covalent Bond),

৩। ধাতব বন্ধন (Metallic Bond) এবং

৪। ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন (Vander Waals Bond)

আয়নিক বন্ধন

আমরা জানি যে, কোনো কঠিন পদার্থে অণু বা আয়নগুলো যে অবস্থান দখল করে থাকে, তাকে বলা হয় ল্যাটিস বিন্দু। আয়নিক বন্ধনে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন ল্যাটিস বিন্দু দখল করে থাকে। এসব আয়নের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ আয়নিক বা তড়িৎযোজী বন্ধন তৈরি করে। এ আকর্ষণ বল খুবই প্রবল। সুতরাং এ বন্ধনে তৈরি পদার্থ খুবই শক্ত এবং এদের গলনাঙ্কও বেশ বেশি। এসব পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা খুব কম। আয়নিক বন্ধন দ্বারা যে পদার্থ তৈরি হয় তাদের বলা হয় আয়নিক কঠিন পদার্থ। আয়নিক বন্ধন কখনো দুটি অধাতু পরমাণু বা দুটি ধাতু পরমাণুর মধ্যে গঠিত হয় না। দুটি বিপরীতধর্মী মৌল যেমন—ধাতু ও অধাতুর মধ্যে সৃষ্ট আয়নিক বন্ধন দ্বারা যৌগ গঠিত হয়। এ ধরনের যৌগ হলো সোডিয়াম ক্লোরাইড। সোডিয়াম ও ক্লোরিনের পরমাণু সমন্বয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড গঠিত হয়। ৭.২ চিত্রে সোডিয়াম ক্লোরাডের আয়নিক বন্ধন দেখানো হয়েছে।



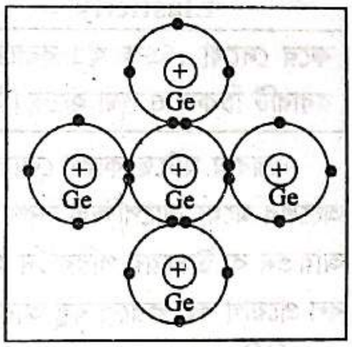
চিত্র: ৭.২

সমযোজী বন্ধন

একই বা ভিন্ন দুটি অধাতুর পরমাণুর মধ্যে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। পারিপার্শ্বিক পরমাণুগুলো পরস্পরের সাথে ইলেকট্রন শেয়ার করে এই বন্ধন তৈরি করে। এ রকম সমযোজী বন্ধন কোনো স্থানে বিস্তৃত হয়ে কঠিন পদার্থের বৃহৎ কাঠামো

Educationblog24.com

তৈরি করে। সিলিকন ইত্যাদি সমযোজী কঠিন পদার্থের উদাহরণ। হীরক গঠনে প্রতিটি কার্বন পরমাণু পারিপার্শ্বিক চারটি কার্বন পরমাণুর সাথে বন্ধন তৈরি করে। এরা যথেষ্ট শক্ত, উচ্চগলনাঙ্কবিশিষ্ট এবং তড়িৎ কুপরিবাহী। ৭.৩ চিত্রে জার্মেনিয়ামের সমযোজী বন্ধন দেখানো হয়েছে।



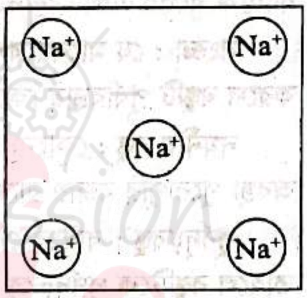
চিত্র: ৭.৩

পরমাণুতে একটিমাত্র ইলেকট্রন থাকায় হাইড্রোজেন পরমাণু সাধারণ সমযোজী বন্ধনে অংশ নিয়ে থাকে। দুটো হাইড্রোজেন পরমাণু একটি করে ইলেকট্রন প্রদান করে একটি ইলেকট্রন যুগল সমযোজী বন্ধন গঠনের মাধ্যমে হাইড্রোজেন অণুর সৃষ্টি করে। সাধারণভাবে সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত যৌগ তড়িৎ দ্বিমেরুর ন্যায় আচরণ করে। এরকম কয়েকটি দ্বিমেরু স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণের ফলে এরা বন্ধনে আবদ্ধ হয়। এসব দ্বিমেরু বন্ধনে হাইড্রোজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা খুব কম হওয়ায় ধনাত্মক প্রান্ত হিসেবে কাজ করে। যখন এরূপ দ্বিমেরুসমূহ পরস্পরের কাছে আসে তখন একটি অণুর হাইড্রোজেন প্রান্ত অন্য অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দিকে বিশেষভাবে আকর্ষিত হয়ে বন্ধন গঠন করে। স্থির তড়িতের মধ্যকার কুলম্ব বলের কারণে সৃষ্ট এ বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড, হাইড্রোজেন সায়ানাইড, অ্যামোনিয়াম ফ্লোরাইড, বরফ (H_2O) ইত্যাদি হাইড্রোজেন বন্ধন কেলাসের উদাহরণ। সমযোজী অণুর সমযোজী বন্ধন অপেক্ষা হাইড্রোজেন বন্ধন অনেক দুর্বল তাই একে সত্যিকার অর্থে রাসায়নিক বন্ধন বলা যায় না।

ধাতব বন্ধন

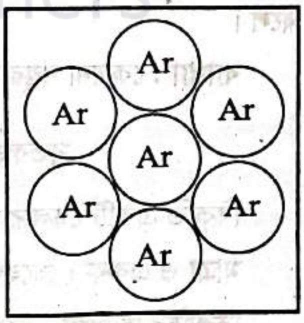
কোনো ধাতুর মধ্যে যে আকর্ষণ বল পরমাণুগুলোকে পরস্পরের সাথে আটকে রাখে তাকে ধাতব বন্ধন বলা হয়। ধাতুতে ল্যাটিস বিন্দুতে ধনাত্মক আয়ন থাকে। এ আয়ন উপাদানিক পরমাণু থেকে এক বা একাধিক ইলেকট্রনকে আলাদা করে তৈরি হয়। এসব ইলেকট্রন অত্যন্ত সচল এবং ধাতব কঠিন পদার্থের সর্বত্র গ্যাসের অণুর মতো ঘুরে বেড়ায়। এ ইলেকট্রনগুলো কোনো পরমাণুর থাকে না বরং সমগ্র বস্তুখণ্ডের অংশ হয়ে যায়। ধাতুতে পরমাণুগুলো ইলেকট্রন হারিয়ে ধনাত্মক আধানে আহিত আয়নে রূপান্তরিত হয় এবং একটি ত্রিমাত্রিক ল্যাটিসে বিন্যস্ত হয়। এ যেন ইলেকট্রনের সমুদ্রে ডুবন্ত ধাতব আয়ন। মুক্ত ইলেকট্রন থাকার কারণে ধাতু তড়িৎ সুপরিবাহী। ৭.৪ চিত্রে সোডিয়ামের ধাতব বন্ধন দেখানো হয়েছে।



চিত্র : ৭.৪

ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন

এ বন্ধন দ্বারা আণবিক কঠিন পদার্থ তৈরি হয়। পরমাণুগুলোর মধ্যে সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে এ ধরনের কঠিন পদার্থ তৈরি হয়। অণুগুলোর মধ্যে বন্ধন নির্ভর করে অণুগুলো পোলার (Polar) বা অ-পোলার (non-polar) কিনা তার ওপর। কোনো অণুর ঋণাত্মক আধানের কেন্দ্র যদি ধনাত্মক আধানের সাথে সমাপতিত হয় তাহলে অণুটিকে বলা হয় অ-পোলার। সকল নিষ্ক্রিয় গ্যাস, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইডের অক্সিজেন অণুগুলো এ ধরনের অণু। অন্যথায়, অণুটিকে বলা হয় পোলার অণু। পানি, অ্যামোনিয়া, সালফার ডাই-অক্সাইডের অণু হলো পোলার অণু। পোলার অণুগুলোর মধ্যকার বন্ধনকে বলা হয় দ্বিপোল-দ্বিপোল বন্ধন। অ-পোলার অণুগুলোর মধ্যকার বন্ধনকে বলা হয় ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন। ৭.৫ চিত্রে আর্গন কেলাসের ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন দেখানো হয়েছে। যে বল ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন সৃষ্টি করে তাকে ভ্যানডার ওয়ালস বলও বলা হয়।



চিত্র : ৭.৫

আণবিক কঠিন পদার্থ সাধারণত নরম এবং নিম্নগলনাঙ্কবিশিষ্ট হয়। এরা তড়িৎ কুপরিবাহী।

Educationblog24.com

৭.৪। স্থিতিস্থাপকতা
Elasticity

করে দেখো : এক খণ্ড রবারের ফিতা নাও। একে দু দিক থেকে টানো। এরপর টান ছেড়ে দাও। টানার ফলে রবারটি চিকন ও লম্বা হচ্ছে। টান ছেড়ে দিলে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসছে।

এরকম ঘটছে কারণ কোনো বস্তুর ওপর বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করলে যদি বস্তুটি গতিশীল না হয় তাহলে এর বিভিন্ন অংশের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ হয় বা বলা যেতে পারে অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে, ফলে বস্তুটির আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন হয়। এ অবস্থায় বস্তুর ভেতরের আন্তঃআণবিক বল এ পরিবর্তনকে বাধা দিতে চেষ্টা করে। ফলে বল প্রয়োগ বন্ধ করলে বস্তু আবার আগের অবস্থা ফিরে পায়। পদার্থের এ ধর্মের নাম স্থিতিস্থাপকতা।

স্থিতিস্থাপকতা : বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে অর্থাৎ বস্তু বিকৃত হয় তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের ফলে বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

যে বস্তুর বাধা দেওয়ার ক্ষমতা বেশি তার স্থিতিস্থাপকতাও বেশি হবে। লোহা ও রবারের মধ্যে বাধা দেওয়ার ক্ষমতা লোহার বেশি তাই লোহা রবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক।

পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু : বাহ্যিক বল অপসারিত হলে যদি বিকৃত বস্তু ঠিক আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাহলে ঐ বস্তুকে পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

স্থিতিস্থাপক সীমা : বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা গুণের জন্য বাহ্যিক বল অপসারিত হলে বিকৃত বস্তু ঠিক আগের আকার বা আয়তন ফিরে পায়। কিন্তু বস্তুর এ আকার বা আয়তন পুনঃপ্রাপ্তির ক্ষমতা অসীম নয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে প্রত্যেক বস্তুই বাহ্যিক বলের একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে। এ সীমাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলা হয়।

সংজ্ঞা : যে মানের বল পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণস্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

নমনীয় বস্তু : কোনো বস্তুর ওপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে তাকে বিকৃত করলে যদি বল অপসারণের পর বস্তুটি ঐ বিকৃত অবস্থা পুরোপুরি বজায় রাখে তাহলে বস্তুটিকে নমনীয় বা পূর্ণপ্লাস্টিক বস্তু বলা হয়।

পূর্ণদৃঢ়বস্তু : বাইরে থেকে যেকোনো পরিমাণ বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর যদি আকারের কোনো পরিবর্তন না ঘটে তাহলে বস্তুটিকে পূর্ণদৃঢ়বস্তু বলা হয়। পূর্ণদৃঢ়বস্তু বাস্তবে পাওয়া যায় না।

বিকৃতি (Strain) : কোনো বস্তু যদি পূর্ণদৃঢ় না হয় তাহলে বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে বস্তুটির বিভিন্ন অংশের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ হয়; ফলে বস্তুটির আকার বা আয়তনের পরিবর্তন হয়। বস্তুর এ অবস্থাকে রূপবিকৃতি (Deformation) বলে এবং বস্তুটি বিকৃত হয়েছে বলা হয়। আনুপাতিক রূপবিকৃতি বা রূপবিকৃতির হারকে বিকৃতি বলে।

সংজ্ঞা : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে রূপবিকৃতি বা পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।

ব্যাখ্যা : কোনো বস্তুর আদিমাত্রা A এবং বল প্রয়োগের ফলে মাত্রা B হলে মাত্রার পরিবর্তন হবে $B - A$ ।

$$\text{সুতরাং বিকৃতি} = \frac{B-A}{A} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.1)$$

বিকৃতি একটি স্কেলার রাশি।

মাত্রা ও একক : যেহেতু বিকৃতি একই প্রকার দুটি রাশির অনুপাত তাই এর কোনো মাত্রা ও একক নেই।

বিকৃতির তাৎপর্য : কোনো বস্তুর বিকৃতি 0.002 বলতে বোঝায় বস্তুর একক মাত্রার পরিবর্তন হয়েছে 0.002 একক।

পীড়ন (Stress) : কোনো বস্তুকে বিকৃত করা হলে এ বিকৃতি প্রতিরোধ করার জন্য বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা ধর্মের জন্য বস্তুর ভেতর একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। এ বল বস্তুকে পূর্বাবস্থায় ফিরিয়ে নিতে চায়। একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয় তাই হচ্ছে পীড়ন।

Educationblog24.com

সংজ্ঞা : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে এ বলকে বাধাদানকারী একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত এ বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলের মানকে পীড়ন বলে।

ব্যাখ্যা : যেহেতু প্রযুক্ত বল ও প্রতিরোধকারী বল পরস্পর সমান সেজন্য প্রযুক্ত বল দ্বারাই প্রতিরোধকারী বলের পরিমাপ করা হয়। অতএব পীড়নের মান হচ্ছে একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বিকৃতি সৃষ্টিকারী বলের মানের সমান। অর্থাৎ,

$$\text{পীড়ন} = \frac{\text{প্রতিরোধকারী বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{প্রযুক্ত বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

A ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো বস্তুতে লম্বভাবে F বল প্রয়োগ করা হলে,

$$\text{পীড়ন} = \frac{F}{A} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.2)$$

পীড়ন একটি স্কেলার রাশি।

মাত্রা ও একক : পীড়নের মাত্রা হবে,

$\text{পীড়ন} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ এর মাত্রা অর্থাৎ $ML^{-1}T^{-2}$

পীড়নের একক $N\ m^{-2}$ বা, Pa (প্যাসকেল)।

তাৎপর্য : কোনো বস্তুর পীড়ন $5 \times 10^5\ N\ m^{-2}$ বলতে বোঝায় বস্তুর প্রতি m^2 ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলের মান 5×10^5 N।

বিকৃতি সৃষ্টি করতে প্রতি 1 m^2 ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলের মানও তাই।

অসহ বল বা ভার : স্থিতিস্থাপক সীমার বাইরে বল প্রয়োগ করা হলে বল অপসারণ করার পর বস্তুটি আর পূর্বাবস্থায় সম্পূর্ণ ফিরে আসে না। প্রযুক্ত বলের মান আরো বেশি হলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙে যায়। সবচেয়ে কম যে বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ বল বলে। অসহ বলকে অসহ ভার বা ওজনও বলা হয়।

সংজ্ঞা : সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ বল বলে।

অসহ পীড়ন : অসহ বলের জন্য যে পীড়ন হয় তাই অসহ পীড়ন।

সংজ্ঞা : প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

$$\therefore \text{অসহ পীড়ন} = \frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.3)$$

তাৎপর্য : তামার অসহ পীড়ন $3.5 \times 10^8\ N\ m^{-2}$ বলতে বোঝায় তামার তৈরি কোনো বস্তুর প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের ওপর ন্যূনতম 3.5×10^8 N বল লম্বভাবে প্রয়োগ করলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙে যাবে।

৭.৫। পদার্থের স্থিতিস্থাপক ধর্ম ও আন্তঃআণবিক বল

Elastic Properties of Matter and Intermolecular Forces

পদার্থের আণবিক গড়ন বিবেচনা করলে এর স্থিতিস্থাপক ধর্ম সহজে বোঝা যায়। আমরা জানি যে, সকল পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে ক্রিয়াশীল এ বলকে সংসক্তি বল (cohesive force) বলে। এটা জানা গেছে যে, স্বাভাবিক অবস্থায় কেলাসের অণুগুলো নিম্নতম বিভবশক্তি অবস্থানে অবস্থান করে থাকে। এ অবস্থা এদের সাম্যাবস্থা। এরকম অবস্থানে কোনো অণুর ওপর ক্রিয়াশীল নিট আন্তঃআণবিক বল শূন্য। অণুগুলোর মধ্যকার দূরত্ব পরিবর্তনের সাথে আন্তঃআণবিক বলের পরিবর্তন ঘটে।

আণবিক দূরত্ব যত বেশি হবে, আন্তঃআণবিক বল তত বেশি আকর্ষণধর্মী হবে এবং আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত কম হবে আন্তঃআণবিক বল তত বেশি বিকর্ষণধর্মী হবে। স্বাভাবিক অবস্থায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল পরস্পরকে নিষ্ক্রিয় করে ফলে নিট বল হয় শূন্য।

Educationblog24.com
Academic & Admission pathshala
We Rise By Lifting Others

কোনো বস্তুতে দৈর্ঘ্য বা টান পীড়ন প্রয়োগ করা হলে অণুগুলোর মধ্যবর্তী আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় ফলে অণুগুলো আকর্ষণ বল অনুভব করে বা পরস্পরের দিকে আকৃষ্ট হয়। বহিস্থ বল সরিয়ে নিলে আকর্ষণ বলের প্রভাবে অণুগুলো তাদের সাম্যাবস্থানে ফিরে আসে। অপরদিকে দেখা যায় যে, বহিস্থ বল প্রয়োগে কোনো বস্তুকে যদি সঙ্কুচিত করা হয় তাহলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায় ফলে তাদের মধ্যে বিকর্ষণ বলের উদ্ভব ঘটে। বহিস্থ বল সরিয়ে নিলে বিকর্ষণ বল অণুগুলোকে পুনরায় তাদের সাম্যাবস্থায় ফিরিয়ে আনে। কোনো নির্দিষ্ট টান বলের জন্য কোনো স্বতন্ত্র অণুর কী পরিমাণ সরণ ঘটবে তা আন্তঃআণবিক বলের সবলতার ওপর নির্ভর করে। আন্তঃআণবিক বল যত বেশি সবল হবে অণুগুলোর সরণ তত কম হবে। এ রকম অবস্থায় কোনো নির্দিষ্ট পীড়নের দরুন আনুষঙ্গিক বিকৃতি কম হবে বলে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান বেশি হবে।

৭.৬। বিভিন্ন প্রকার বিকৃতি ও পীড়ন

Different Types of Strain and Stress

আমরা ৭.৪ অনুচ্ছেদে বিকৃতি ও পীড়ন নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা করেছি। পরিবর্তনের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে বিকৃতি ও পীড়ন তিন রকমের হতে পারে।

(ক) দৈর্ঘ্য বা টান বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বা টান পীড়ন (Longitudinal or Tensile Strain and Longitudinal or Tensile Stress)

দৈর্ঘ্য বিকৃতি : কোনো বস্তুর ওপর বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে যদি এর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটে তাহলে একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বলে।

ব্যাখ্যা : L দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুর ওপর দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করলে যদি এর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন l হয় (চিত্র : ৭.৬),

তাহলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \dfrac{l}{L}$ … … (7.4)

দৈর্ঘ্য পীড়ন : দৈর্ঘ্য বিকৃতি প্রতিরোধ করার জন্য বস্তুর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় অর্থাৎ দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটাতে বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর দৈর্ঘ্য বরাবর যে বল প্রযুক্ত হয় তাকে দৈর্ঘ্য পীড়ন বলে।

ব্যাখ্যা : দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটাতে যদি কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ওপর F বল লম্বভাবে প্রয়োগ করতে হয়, তাহলে দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \dfrac{F}{A}$

তারের নিচের প্রান্তে যদি M ভরের বস্তু ঝুলিয়ে বল প্রয়োগ করা হয়, তাহলে $F = Mg$ এবং তারের ব্যাসার্ধ r হলে $A = \pi r^2$

সুতরাং দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \dfrac{F}{A} = \dfrac{Mg}{\pi r^2}$ … … (7.5)

চিত্র : ৭.৬

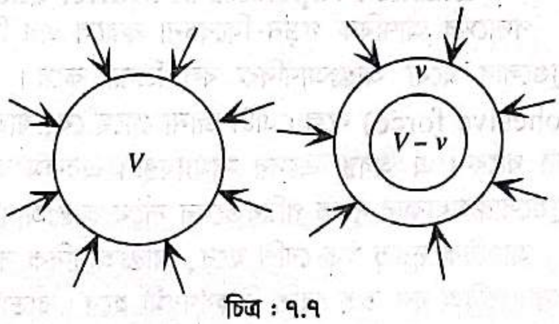
(খ) আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়ন

Volume or Bulk Strain and Volume or Bulk Stress

আয়তন বিকৃতি : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে যদি কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন না হয়ে শুধু আয়তনের পরিবর্তন হয় তাহলে একক আয়তনের পরিবর্তনকে আয়তন বিকৃতি বলে।

ব্যাখ্যা : V আয়তনের কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর আয়তন v পরিমাণ কমে যায় (চিত্র ৭.৭) তাহলে

আয়তন বিকৃতি $= \dfrac{v}{V}$



চিত্র : ৭.৭

Educationblog24.com

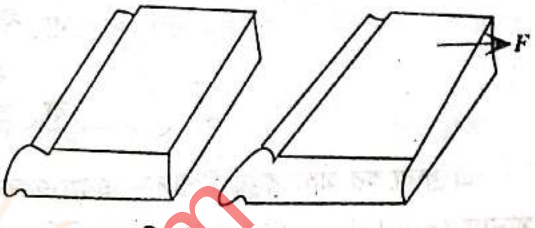
আয়তন পীড়ন : আয়তন বিকৃতি প্রতিরোধ করার জন্য বস্তুর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় অর্থাৎ আয়তন বিকৃতি ঘটাতে বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে যে বল প্রযুক্ত হয় তাকে আয়তন পীড়ন বলে।

ব্যাখ্যা : আয়তন বিকৃতি ঘটাতে যদি কোনো বস্তুর A ক্ষেত্রফলের ওপর F বল লম্বভাবে প্রয়োগ করতে হয় তাহলে

আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$.

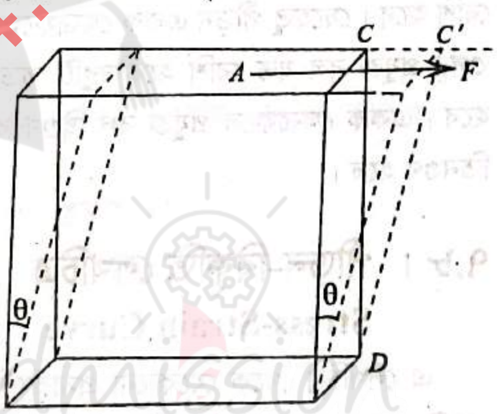
(গ) আকার বা ব্যবর্তন বা মোচড় বিকৃতি ও আকার বা ব্যবর্তন বা মোচড় পীড়ন (Shearing Strain and Shearing Stress) :

একখানি বইয়ের ওপরের পৃষ্ঠে করতল স্থাপন করে যদি আমরা অনুভূমিকভাবে F বল প্রয়োগ করি তাহলে বইখানির আয়তনের কোনো পরিবর্তন না হলেও আকৃতি বদলে যাবে (চিত্র: ৭.৮)। বস্তুর আকৃতির এ ধরনের পরিবর্তনকে ব্যবর্তন বলে।



চিত্র : ৭.৮

ব্যবর্তন বিকৃতি : ধরা যাক, ৭.৯ চিত্রে রাবারের তৈরি একটি পুরু আয়তাকার ব্লক। ব্লকটির ভূমি আঠার সাহায্যে একটি টেবিলের ওপর অনুভূমিকভাবে শক্ত করে আটকানো আছে। এখন আমরা যদি ব্লকটির ওপরের পৃষ্ঠে স্পর্শক বরাবর অর্থাৎ অনুভূমিকভাবে বল প্রয়োগ করি তাহলে ব্লকটির আকৃতির পরিবর্তন হবে কিন্তু আয়তনের কোনো পরিবর্তন হবে না। আয়তাকার বস্তুটি সামান্তরিক বস্তুতে পরিবর্তিত হবে (চিত্র : ৭.৯) বা আমরা বলতে পারি ব্লকটির উল্লম্ব তল θ কোণে মোচড় খেয়েছে। নিচের স্থির তলের অভিলম্ব CD এই যে θ কোণে (রেডিয়ান এককে) ঘুরে গেলো, এ কোণকে বলা হয় আকার বা ব্যবর্তন বা মোচড় বিকৃতি। এ কোণটিকে ব্যবর্তন কোণও বলে।



চিত্র : ৭.৯

সংজ্ঞা : একক দূরত্বে অবস্থিত দু তলের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক সরণকে ব্যবর্তন বা মোচড় বিকৃতি বলে।

ব্যাখ্যা : বল প্রয়োগের ফলে কোনো আয়তাকার বস্তুর নিচের তলের সাপেক্ষে CD দূরত্বে অবস্থিত ওপরের তলের আপেক্ষিক সরণ CC' হলে (চিত্র : ৭.৯)

মোচড় বিকৃতি $= \frac{CC'}{CD}$

কিন্তু $\frac{CC'}{CD} = \tan\theta$

ব্যবর্তন কোণ θ খুব ছোটো হওয়ায় ব্যবর্তন বিকৃতি θ (রেডিয়ান) $= \tan\theta = \frac{CC'}{CD}$

ব্যবর্তন পীড়ন : ব্যবর্তন বিকৃতি প্রতিরোধ করার জন্য একক ক্ষেত্রফলে যে প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় অর্থাৎ ব্যবর্তন বিকৃতি ঘটাতে একক ক্ষেত্রফলের ওপর যে স্পর্শকীয় বল প্রযুক্ত হয় তাকে ব্যবর্তন পীড়ন বলে।

ব্যাখ্যা : ব্যবর্তন বিকৃতি ঘটাতে যদি A ক্ষেত্রফলের ওপর স্পর্শকীয় F বল লম্বভাবে প্রযুক্ত হয় তাহলে

$$\text{ব্যবর্তন পীড়ন} = \frac{F}{A}$$

Educationblog24.com
Pathshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

৭.৭। হুকের সূত্র

Hooke's Law

রবার্ট হুক পরীক্ষার সাহায্যে দেখান যে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর বিকৃতি প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। পরীক্ষালব্ধ এ ফলকে রবার্ট হুক সূত্রের আকারে উপস্থাপিত করেন।[1]

বিবৃতি : স্থিতিস্থাপক *সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।*

অর্থাৎ পীড়ন $\propto$ বিকৃতি।

বা, পীড়ন = ধ্রুবক × বিকৃতি

$$\text{বা, } \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \text{ধ্রুবক} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.6)$$

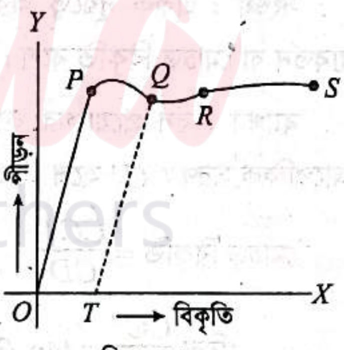
এ ধ্রুবকের মান বস্তুর উপাদান এবং এককের পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে। একে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক **গুণাঙ্ক বা মানাঙ্ক** (modulus of elasticity) বা স্থিতিস্থাপক **ধ্রুবক** (elastic constant) বলে।

ব্যাখ্যা : কোনো বস্তুতে বল প্রয়োগ করলে তার বিকৃতি ঘটে। বল স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম না করলে হুকের সূত্রানুসারে কোনো বস্তুর বিকৃতি যত বেশি হবে, পীড়নও তত বেশি হবে। অর্থাৎ বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলের মানও তত বেশি হবে। যেহেতু পীড়ন একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে প্রযুক্ত বল দ্বারা পরিমাপ করা হয়। সুতরাং বলা যায়, একক ক্ষেত্রফলের ওপর প্রযুক্ত বল যত বেশি হবে বস্তুটি তত বেশি বিকৃত হবে অর্থাৎ তার দৈর্ঘ্য, আয়তন বা আকার তত বেশি পরিবর্তিত হবে। একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল দ্বিগুণ করলে বিকৃতি দ্বিগুণ হবে, একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল তিনগুণ করলে বিকৃতিও তিনগুণ হবে।

৭.৮। পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্র

Stress-Strain Curve

এ লেখচিত্র থেকে যেকোনো প্রসারণশীল তারের আচরণ সম্পর্কে ধারণা করা যায়। একটি তারের একপ্রান্ত একটি দৃঢ় অবলম্বনে আটকে অপর প্রান্তে কিছু ওজন ঝুলিয়ে পরীক্ষা করলে দেখা যাবে যে, ওজনের পরিমাণ বাড়ালে তারের দৈর্ঘ্যও বেড়ে যায়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর ক্রিয়াশীল বল হচ্ছে পীড়ন। বলের ক্রিয়ায় বস্তুর একক মাত্রার পরিবর্তন হচ্ছে বিকৃতি। এখন পীড়ন ও বিকৃতির লেখচিত্র অঙ্কন করলে ৭.১০ চিত্রের মতো একটি রেখা পাওয়া যাবে।



চিত্র : ৭.১০

লেখচিত্রটি O থেকে P বিন্দু পর্যন্ত একটি সরলরেখা, অর্থাৎ P বিন্দু পর্যন্ত তারের পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক অর্থাৎ তারটি হুকের সূত্র মেনে চলে। ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে যেকোনো অবস্থান থেকে ভার সরিয়ে নিলে বস্তুটি তার আগের অবস্থায় ফিরে আসবে। সুতরাং ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপকরূপে আচরণ করে এবং P বিন্দু বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা নির্দেশ করে।

---

[1]রয়েল সোসাইটির প্রতিষ্ঠাতা রবার্ট হুক একজন অত্যন্ত প্রতিভাবান পদার্থবিদ ছিলেন। পদার্থবিদ্যায় বহু আবিষ্কারের পেছনে তাঁর যথেষ্ট অবদান থাকা সত্ত্বেও বেশির ভাগ ক্ষেত্রেই তিনি উপযুক্ত স্বীকৃতি পাননি। সে সময়ে আবার বিজ্ঞানীদেরকে নিজের আবিষ্কার নিয়ে সতর্ক থাকতে হতো-অন্য কেউ হয়তো বিষয়টা জেনে নিয়ে নিজের নামে চালিয়ে দেবেন এ ভয়ে। এ ধরনের ঘটনা যাতে না ঘটতে পারে সে জন্য রবার্ট হুক ১৬৭৬ সালে প্রথম তাঁর সূত্রটি একটি ধাঁধার আকারে পত্রিকায় প্রকাশ করেন। ধাঁধাটি ছিল এরূপ : 'cciiinossststuv' অক্ষরগুলোকে একটু এদিক-ওদিক করে সাজাতে পারলে এর একটা অর্থবহ সমাধান পাওয়া যায়। দীর্ঘ আঠারো বছর পর রবার্ট হুক অক্ষরগুলো পুনর্বিন্যাস করে একটি ল্যাটিন বাক্য দ্বারা ধাঁধাটির সমাধান প্রকাশ করেন : Ut tensio, sic vis (As the extension, so is the force—অর্থাৎ সম্প্রসারণ প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক)।

Educationblog24.com

স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করে ভার চাপালে দেখা যাবে লেখ নিচের দিকে বাঁক নিচ্ছে। এ সময়ে যেকোনো মুহূর্তে (চিত্রে Q বিন্দু) ভার অপসারণ করে নিলেও তারটি আর আগের অবস্থায় ফিরে আসে না। তখন ভার-সম্প্রসারণ চিত্রে QT হয়। অর্থাৎ তারে একটি স্থায়ী বিকৃতি OT থেকে যায়। ভার আরো বৃদ্ধি করলে ভার-সম্প্রসারণ লেখ অনিয়মিতভাবে ওঠা-নামা করে এবং তারের কোনো কোনো জায়গা সরু হয়ে পড়ে। R পর্যন্ত এরকম চলে। R বিন্দুকে নতিবিন্দু (yeild point) বলে। এরপর ভার আরো বাড়ালে তারের বিভিন্ন জায়গা আরো সরু হতে থাকে এবং কোনো এক জায়গা থেকে তার ছিঁড়ে যায় (চিত্রে S বিন্দু)। S বিন্দুকে সহন সীমা বলে। **প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল লম্বভাবে প্রযুক্ত হলে তারটি ছিঁড়ে যায় তাকে ঐ তারের অসহ পীড়ন বলে।** কোনো তারের অসহ পীড়নকে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দিয়ে গুণ করলে অসহ ভার বা অসহ বল পাওয়া যায়।

স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি (Elastic Fatigue) : কোনো তারের ওপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায়। এর ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না—কিছুটা দেরী হয়। বস্তুর এ অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি (elastic fatigue) বলে। তখন অসহ ভারের চেয়ে কম ভারে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেই তারটি ছিঁড়ে যেতে পারে।

৭.৯। স্থিতিস্থাপকতার বিভিন্ন গুণাঙ্ক

Elastic Moduli

হুকের সূত্র থেকে আমরা পাই, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুবকই বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক।

সংজ্ঞা : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা।

এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

$$\therefore \text{স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক}, E = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$$

রাশি : পীড়ন ও বিকৃতি স্কেলার রাশি বলে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক একটি স্কেলার রাশি।

মাত্রা : যেহেতু বিকৃতির কোনো মাত্রা নেই, সুতরাং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মাত্রা হবে পীড়নের মাত্রা

অর্থাৎ $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ এর মাত্রা অর্থাৎ $ML^{-1}T^{-2}$

একক : যেহেতু বিকৃতির কোনো একক নেই, সুতরাং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক হবে পীড়নের একক অর্থাৎ, $N\ m^{-2}$ বা, Pa।

বিকৃতি ও পীড়নের বিভিন্নতার জন্য স্থিতিস্থাপকতার গুণাঙ্ক বিভিন্ন রকমের হয়।

১. ইয়ং গুণাঙ্ক বা দৈর্ঘ্য গুণাঙ্ক (Young's modulus), Y

সংজ্ঞা : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের দৈর্ঘ্য গুণাঙ্ক বা ইয়ং গুণাঙ্ক বলে।

একে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{ইয়ং গুণাঙ্ক}, Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.7)$$

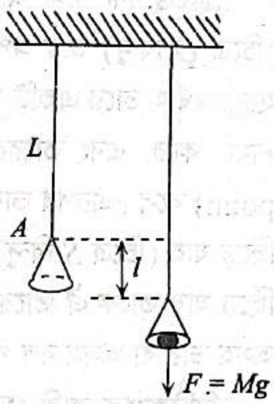
ইয়ং গুণাঙ্কের মান : A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও L দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি তার কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে (চিত্র : ৭.১১) যদি তারটির নিচের প্রান্তে লম্বভাবে F বল প্রয়োগ করা হয় তাহলে তারের দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পাবে। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l হলে,

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \dfrac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \dfrac{l}{L}$

এবং দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \dfrac{F}{A}$

সুতরাং $Y = \dfrac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \dfrac{FL}{Al}$ ... ... (7.8)



চিত্র : ৭.১১

যদি তারের নিচের প্রান্তে M ভর ঝুলানো হয় তাহলে, $F = Mg$, এখানে g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। আবার তারটির ব্যাসার্ধ যদি r হয় তাহলে $A = \pi r^2$। সেক্ষেত্রে,

$$Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l} \quad \text{... ...} \quad (7.9)$$

যদি $A = 1$ একক এবং $l = L$ হয়, তবে (7.8) সমীকরণ অনুসারে $F = Y$ হয়।

সুতরাং একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর যে বল প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি একক হয় অর্থাৎ তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হয় তাই ইয়ং গুণাঙ্ক।

Y-এর মাত্রা ও একক : যেহেতু বিকৃতির কোনো মাত্রা নেই, সুতরাং Y-এর মাত্রা পীড়নের মাত্রার অনুরূপ হবে অর্থাৎ $ML^{-1}T^{-2}$ এবং এসআই পদ্ধতিতে এর একক $N\ m^{-2}$ or Pa।

তাৎপর্য : ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$ বলতে বোঝায় $1\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ইস্পাতের দণ্ডের দৈর্ঘ্য বরাবর 3×10^{11} N বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

২. আয়তন গুণাঙ্ক (Bulk modulus), B

সংজ্ঞা : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক বলে।

আয়তন গুণাঙ্ককে B দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ

$$\text{আয়তন গুণাঙ্ক},\ B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$$

মান : যদি V আয়তনের কোনো বস্তুর ওপর চার দিক থেকে লম্বভাবে F বল প্রয়োগ করা হয় (চিত্র ৭.৭) এবং তাতে যদি বস্তুর আয়তন v হ্রাস পায়, তাহলে আয়তন বিকৃতি $= v/V$। যদি বস্তুটির পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল A হয় তাহলে

আয়তন পীড়ন $= F/A$

$$\text{সুতরাং } B = \frac{F/A}{v/V} = \frac{FV}{Av} \quad \text{... ...} \quad (7.10)$$

$$\text{বা, } B = \frac{pV}{v} \left[\because \frac{F}{A} = \text{চাপ}, p\right] \quad \text{... ...} \quad (7.11)$$

কঠিন, তরল বা গ্যাস সবারই আয়তন থাকায় আয়তন গুণাঙ্ক পদার্থের একটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য।

মাত্রা ও একক : আয়তন গুণাঙ্কের মাত্রা ও একক ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মাত্রা ও এককের অনুরূপ।

তাৎপর্য : পারদের আয়তন গুণাঙ্ক $2.8 \times 10^{10}\ N\ m^{-2}$ বলতে বোঝায় যে পারদের একক আয়তন বিকৃতি সৃষ্টি করতে এর প্রতি $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের ওপর 2.8×10^{10} N বল প্রয়োগ করতে হয়।

Educationblog24.com

সংনম্যতা (Compressibility) : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

$$\text{অর্থাৎ, সংনম্যতা} = \frac{\text{আয়তন বিকৃতি}}{\text{আয়তন পীড়ন}} = \frac{1}{\frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}} = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}} = \frac{1}{B}$$

অর্থাৎ সংনম্যতা হচ্ছে আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি। আয়তন গুণাঙ্ককে তাই কখনো কখনো অসংনম্যতা (incompressibility) বলা হয়।

৩. দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বা ব্যবর্তন গুণাঙ্ক বা মোচড় গুণাঙ্ক (Modulus of Rigidity), n

সংজ্ঞা : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ব্যবর্তন বা আকার পীড়ন ও ব্যবর্তন বা আকার বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বলে।

দৃঢ়তার গুণাঙ্ককে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মান : কোনো বস্তুর পৃষ্ঠে স্পর্শক বরাবর বল প্রয়োগ করার ফলে যদি ব্যবর্তন কোণ θ উৎপন্ন হয় এবং ঐ পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল A হয় (চিত্র : ৭.৯) তাহলে

$$\text{দৃঢ়তার গুণাঙ্ক}, n = \frac{\text{ব্যবর্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবর্তন বিকৃতি}} = \frac{F/A}{\theta}$$

$$\text{বা}, n = \frac{F}{A\theta} \quad \ldots \quad (7.12)$$

এখন, $\theta = 1$ একক এবং $A = 1$ একক হলে, $F = n$ হয়

অর্থাৎ 1 রেডিয়ান ব্যবর্তন কোণ সৃষ্টি করতে বস্তুর পৃষ্ঠের প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর যতটা স্পর্শকীয় বল প্রয়োগ করতে হয় তাই ঐ বস্তুর দৃঢ়তার গুণাঙ্ক।

যেহেতু শুধু কঠিন পদার্থেরই নির্দিষ্ট আকার থাকে, সেজন্য দৃঢ়তার গুণাঙ্ক শুধু কঠিন পদার্থেরই বৈশিষ্ট্য।

মাত্রা ও একক : দৃঢ়তার গুণাঙ্কের মাত্রা ও একক ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মাত্রা ও এককের অনুরূপ।

তাৎপর্য : অ্যালুমিনিয়ামের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক 2.6×10^{10} N m^{-2} বলতে আমরা বুঝি যে, একটি অ্যালুমিনিয়ামের ঘনকের আকৃতি পরিবর্তন করে 1 রেডিয়ান কোণ উৎপন্ন করতে ঐ ঘনকের পৃষ্ঠের প্রতি একক বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের ওপর 2.6×10^{10} N স্পর্শকীয় বল প্রয়োগ করতে হবে।

৭.১০। পয়সনের অনুপাত
Poisson's Ratio

যখন কোনো তারে দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হয় তখন তারের দৈর্ঘ্য কিছুটা বেড়ে যায় কিন্তু সঙ্গে সঙ্গে তারের ব্যাস কিছু কমে যায় বা তার সরু হয়ে যায় (চিত্র : ৭.১২)। প্রস্থের দিকে যে বিকৃতি হয় তাকে পার্শ্ব বিকৃতি বলে। কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটলে পার্শ্ব বিকৃতিও ঘটে। বৈজ্ঞানিক **সাইমন পয়সন** (1741–1840) দেখান যে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পার্শ্ব বিকৃতি দৈর্ঘ্য বিকৃতির সমানুপাতিক।

সংজ্ঞা : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। পয়সনের অনুপাতকে σ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

মান : বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট কোনো তারের দৈর্ঘ্য L ও ব্যাস D হলে এবং বাহ্যিক বলের প্রভাবে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l হলে ও ব্যাস d পরিমাণ কমে গেলে,

দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= l/L$ এবং পার্শ্ব বিকৃতি $= d/D$

$$\therefore \text{ পয়সনের অনুপাত, } \sigma = \frac{d/D}{l/L} = \frac{dL}{Dl} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.13)$$

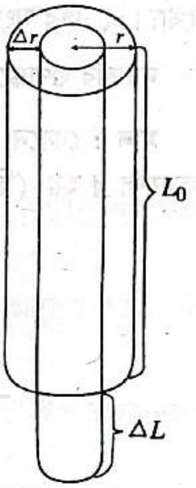
ব্যাসের পরিবর্তে ব্যাসার্ধ দিয়েও পয়সনের অনুপাতকে প্রকাশ করা যেতে পারে।

ধরা যাক, তারের আদি দৈর্ঘ্য L এবং ব্যাসার্ধ r । বাহ্যিক বলের প্রভাবে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ΔL এবং ব্যাসার্ধের হ্রাস Δr হলে

দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{\Delta L}{L_o}$

পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{\Delta r}{r}$

$$\therefore \sigma = -\frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L_o}} = -\frac{\Delta r\, L_o}{r\, \Delta L} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.14)$$



চিত্র : ৭.১২

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা বোঝানো হচ্ছে যে, ΔL ধনাত্মক হলে Δr ঋণাত্মক হবে এবং ΔL ঋণাত্মক হলে Δr ধনাত্মক হবে। অর্থাৎ বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে ব্যাসার্ধ হ্রাস পাবে আর দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পাবে।

মাত্রা ও একক : বিকৃতি একই জাতীয় দুটি রাশির অনুপাত বলে বিকৃতির মাত্রা ও একক নেই। পয়সনের অনুপাত দুটি বিকৃতির অনুপাত বলে পয়সনের অনুপাতের কোনো মাত্রা ও একক নেই।

তাৎপর্য : অ্যালুমিনিয়ামের পয়সনের অনুপাত 0.35 বলতে বোঝায় অ্যালুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বল প্রয়োগ করলে পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত সব সময় 0.35 হয়।

তাত্ত্বিকভাবে দেখানো যায় যে, পয়সনের অনুপাতের মান -1 এর চেয়ে কম এবং $+\frac{1}{2}$ এর চেয়ে বেশি হতে পারে না, অর্থাৎ $-1 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$ । বাস্তবে পয়সনের অনুপাত কেবলমাত্র তখনই ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব যখন দৈর্ঘ্য প্রসারণের ফলে বস্তুর ব্যাস বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ পার্শ্বীয় প্রসারণ ঘটে। কিন্তু বাস্তবে তা অসম্ভব তাই ব্যবহারিক ক্ষেত্রে পয়সনের অনুপাতের মান ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব নয়। বেশির ভাগ ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে এ মান সাধারণত 0.3 হয়ে থাকে। ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে তাই পয়সনের অনুপাতের সীমা ধরা হয় $0 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$ ।

স্থিতিস্থাপক ধ্রুবকের মধ্যকার পারস্পরিক সম্পর্ক :

Relation among Elastic Constants

ইয়ং-এর গুণাঙ্ক Y, আয়তন গুণাঙ্ক B (বা k), দৃঢ়তার গুণাঙ্ক n (বা η) এবং পয়সন এর অনুপাত σ– এর মধ্যকার পারস্পরিক সম্পর্ক

$$Y = 3B(1 - 2\sigma) \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.14a)$$

$$Y = 2n(1 + \sigma) \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.14b)$$

Educationblog24.com

৭.১১ । ইস্পাত রবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক

Steel is more Elastic than Rubber

এক টুকরো রবারের ফিতে টানলে সহজেই বেড়ে যায়, কিন্তু একটি ইস্পাতের তার টানলে তা সহজে বাড়ে না। একই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন বস্তুর মধ্যে যে বস্তুতে যত বেশি প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয় সে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা তত বেশি। প্রতিরোধ বল প্রযুক্ত বলের সমান বলে নির্দিষ্ট বিকৃতি সৃষ্টি করতে যে বস্তুতে যত বেশি বল প্রয়োগ করতে হয় তাকে তত বেশি স্থিতিস্থাপক বলা হয়। এ হিসাবে দেখা যায় যে, একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট রবার ও ইস্পাতের তারে সমান দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে রবারের তুলনায় ইস্পাতের তারে বল প্রয়োগ করতে হয় অনেক বেশি। এজন্য রবারের তুলনায় ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা অনেক বেশি।

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ও পয়সনের অনুপাতের তালিকা

	পদার্থ	ইয়ং গুণাঙ্ক $\times 10^{10}$ N m^{-2}	আয়তন গুণাঙ্ক $\times 10^{10}$ N m^{-2}	দৃঢ়তার গুণাঙ্ক $\times 10^{10}$ N m^{-2}	পয়সনের অনুপাত
১.	ইস্পাত	20	17	8.4	0.33
২.	লোহা (পেটা)	20	17	8.0	0.28
৩.	নিকেল	20	16	7.9	0.31
৪.	তামা	13	14	4.8	0.34
৫.	লোহা (ঢালাই)	11.5	90	4.6	0.24
৬.	পিতল (60% তামা)	10	11	3.5	0.33
৭.	অ্যালুমিনিয়াম	7.0	7.7	2.6	0.35
৮.	কাচ	6.0	3.7	3.1	0.18–0.3
৯.	সীসা	1.6	4.6	0.56	0.44
১০.	পারদ		2.8		
১১.	গ্লিসারিন		0.40		
১২.	পানি		0.21		
১৩.	পেট্রোলিয়াম		0.14		
১৪.	ইথাইল অ্যালকোহল		0.11		

সম্প্রসারিত কর্মকাণ্ড

তারের সম্প্রসারণে কৃতকাজ বা স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তির রাশিমালা বের করো।

বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে কোনো বস্তুকে বিকৃত করলে কিছু কাজ করতে হয় এবং ঐ কাজ বস্তুতে বিভবশক্তিরূপে সঞ্চিত থাকে। আবার বাহ্যিক বল অপসারিত হলে বস্তু তার আগের আকার ফিরে পায় এবং ঐ শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

মোট কৃতকাজ বা বিভব বা স্থিতিশক্তি

ধরা যাক, L দৈর্ঘ্য ও A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তারকে দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো হয়েছে। মনে করি, এ তারে F বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য dl পরিমাণ বৃদ্ধি পেলো। সুতরাং

Educationblog24.com

তারে সঞ্চিত বিভবশক্তির পরিবর্তন বা কৃতকাজ হবে = বল × দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি

∴ কৃতকাজ $dW = F\,dl$

এ সমীকরণকে $l = 0$ থেকে $l = l$ এ সীমার মধ্যে সমাকলন করে সঞ্চিত মোট বিভবশক্তি বা কৃতকাজ পাই,

$$W = \int_0^l F\,dl \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.15)$$

ইয়ং গুণাঙ্ক থেকে আমরা জানি যে,

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

যেখানে L তারের মোট দৈর্ঘ্য, A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং l দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, F বল।

$$\therefore\ F = \frac{YAl}{L}$$

এখন (7.15) সমীকরণে F এর মান বসালে,

$$W = \int_0^l \frac{YA\,l}{L}\,dl = \frac{YA}{L}\int_0^l l\,dl = \frac{YA}{L}\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^l$$

$$W = \frac{YA}{L}\frac{l^2}{2}$$

$$\therefore\ W = \frac{1}{2}\frac{YA\,l^2}{L} \qquad \ldots \qquad (7.16)$$

এ কাজই তারের মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভব হিসেবে সঞ্চিত থাকে।

একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

কিন্তু তারের মোট আয়তন, V = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল × দৈর্ঘ্য $= AL$

∴ একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি বা কৃতকাজ $U = \frac{W}{V}$

$$= \frac{1}{2}\frac{YA\,l^2}{L} / AL$$

$$= \frac{1}{2}\frac{Yl}{L}\frac{l}{L} = \frac{1}{2}\frac{Yl^2}{L^2} \qquad \ldots \qquad (7.17)$$

$$\therefore\ U = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$$

$$\text{কারণ পীড়ন} = \frac{F}{A} = \frac{Yl}{L} \text{ এবং বিকৃতি} = \frac{l}{L}.$$

একই রকমভাবে আয়তন বিকৃতির জন্য একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি $= \frac{1}{2}$ × আয়তন পীড়ন × আয়তন বিকৃতি এবং কৃন্তন বিকৃতির জন্য একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি $= \frac{1}{2}$ × কৃন্তন পীড়ন × কৃন্তন বিকৃতি।

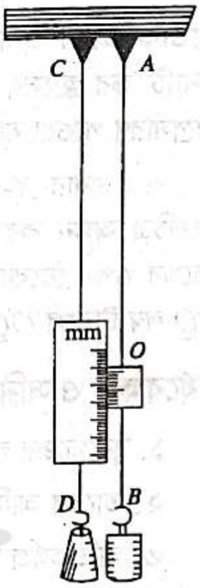
Y ইয়ং এর গুণাঙ্কের কোনো তারের তাপমাত্রা $\Delta\theta$ পরিমাণ পরিবর্তন হলে প্রসারণ বা সঙ্কোচনজনিত কারণে যদি তারে F বলের উদ্ভব হয় তাহলে,

$$F = YA\,\alpha\,\Delta\theta \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.17a)$$

এখানে A হচ্ছে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং α হচ্ছে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক।

Educationblog24.com
Academic & Admission pathshala We Rise By Lifting Others

৭.১২। ব্যবহারিক
Practical
ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয়



চিত্র : ৭.১৩

ভার্নিয়ার যন্ত্রের বর্ণনা : যে পদার্থের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় করতে হবে সে পদার্থের একই ব্যাসের দুটি তার AB ও CD-কে একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো হলো (চিত্র : ৭.১৩)। AB পরীক্ষাধীন তার এবং CD সহায়ক তার। CD তারের সাথে মিলিমিটারে দাগাঙ্কিত একটি প্রধান স্কেল এবং AB তারের সাথে একটি ভার্নিয়ার স্কেল এমনভাবে আটকানো আছে যাতে ভার্নিয়ার স্কেলটি প্রধান স্কেলের গা বেয়ে বাধাহীনভাবে ওঠা-নামা করতে পারে। CD তারের স্কেলের নিচে একটি হুক লাগানো আছে। এ হুকের সাথে একটি ওজন ঝুলিয়ে CD তারটি টান টান করে রাখা হয়। AB তারের হুকেও একটি স্থির ওজন (dead load) চাপিয়ে একে টান টান করে রাখা হয়।

পরীক্ষণের নাম	ভার্নিয়ার পদ্ধতিতে তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয়।
পিরিয়ড : ২	

মূলতত্ত্ব : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুবসংখ্যা। এ ধ্রুবসংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক Y বলে।

আমরা জানি, $Y = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{A\,l}$ ... ... (1)

এখানে, F = প্রযুক্ত বল, L = তারের আদি দৈর্ঘ্য, A = তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং l = দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি।

যদি তারের মুক্তপ্রান্তে M ভর ঝুলানো হয় এবং অভিকর্ষীয় ত্বরণ g হয়, তাহলে প্রযুক্ত বল, $F = Mg$। আবার তারটি যদি বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট হয় এবং তারের ব্যাসার্ধ যদি r হয় তাহলে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2$।

সেক্ষেত্রে, $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$ ... ... (2)

(2) সমীকরণের ডান দিকের রাশিগুলোর মান বসিয়ে Y নির্ণয় করা হয়।

যন্ত্রপাতি

ভার্নিয়ারের পদ্ধতিতে ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয়ের যন্ত্র, স্ক্রু গেজ, মিটার স্কেল, প্রয়োজনীয় ভর।

কাজের ধারা

১। একটি মিটার স্কেলের সাহায্যে পরীক্ষাধীন তারের ঝুলনবিন্দু থেকে ভার্নিয়ার স্কেলের শূন্য দাগ পর্যন্ত দৈর্ঘ্য L পরিমাপ করা হয়।

২। প্রথমে ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় করে প্রধান স্কেল পাঠ ও ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ দেখে নেওয়া হয়। এটি হচ্ছে আদি পাঠ।

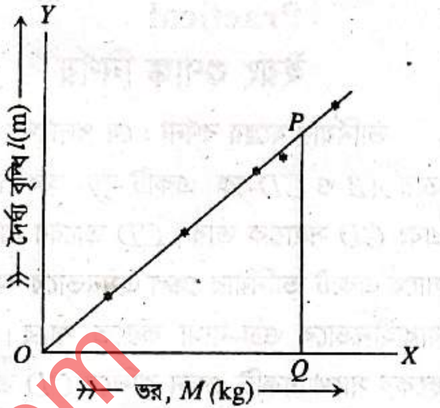
৩। AB তারের হুকে $\frac{1}{2}$ kg ভর ঝুলানো হয়। ফলে AB তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হওয়ায় ভার্নিয়ার স্কেলটি নিচে নেমে যায়। এ অবস্থায় প্রধান স্কেল পাঠ ও ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ দেখে নেওয়া হয়। এ পাঠ ও আদি পাঠের পার্থক্যই $\frac{1}{2}$ kg ভরের জন্য দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি।

৪। এভাবে ক্রমানুয়ে $\frac{1}{2}$ kg করে ভর বৃদ্ধি করে প্রতি ক্ষেত্রে প্রধান স্কেল ও ভার্নিয়ার স্কেলের পাঠ নেওয়া হয়। প্রতিবারই প্রাপ্ত পাঠ থেকে আদি পাঠ বিয়োগ করে প্রদত্ত মোট ভরের জন্য দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি নির্ণয় করা হলো।

Educationblog24.com

৫। এরপর একটি একটি করে $\frac{1}{2}$ kg ভর নামিয়ে প্রত্যেকবার পাঠ নেওয়া হয়। এতে করে দৈর্ঘ্য হ্রাস পাবে। ফলে প্রত্যেক ভরের জন্য দুটি করে পাঠ পাওয়া যাবে। একটি ভর বৃদ্ধির সময় এবং অন্যটি ভর হ্রাসের সময়। এ দু পাঠের গড় থেকে সংশ্লিষ্ট ভরের জন্য দৈর্ঘ্য সম্প্রসারণ পাওয়া যাবে।

৬। এবার X-অক্ষ বরাবর ভর M এবং Y-অক্ষ বরাবর দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি l নিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করলে মূলবিন্দুগামী সরলরেখা পাওয়া যাবে। (চিত্র : ৭.১৪) এ লেখের ওপর যেকোনো একটি বিন্দু P নেওয়া হয়। P থেকে OX রেখার ওপর PQ লম্ব টানলে $OQ = M$ ভরের জন্য $PQ = l$ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়া যায়।



চিত্র : ৭.১৪

পর্যবেক্ষণ ও সন্নিবেশন

১. স্ক্রু গেজের লঘিষ্ঠ গণন, $L.C.$ = ... m

২. তারের আদি দৈর্ঘ্য, L = ... m

৩. অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = ... m s^{-2}

৪. আদি পাঠ, R_o = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ = ... m

তারের ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের ছক

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	রৈখিক স্কেল পাঠ L m	বৃত্তাকার স্কেল ভাগ সংখ্যা C	লঘিষ্ঠ গণন $L.C$ m	বৃত্তাকার স্কেল পাঠ $F = C \times LC$ m	আপাত ব্যাস $d' = L + F$ m	যান্ত্রিক ত্রুটি $\pm e$ m	প্রকৃত ব্যাস $d = d' - (\pm e)$ m	গড় ব্যাস d m	ব্যাসার্ধ $r = \frac{d}{2}$ m
1									
2									
3									

তারের দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি নির্ণয়ের ছক

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	হুকে চাপানো ভর M kg	ভর বৃদ্ধির সময় পাঠ				ভর হ্রাসের সময় পাঠ				গড় দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l = \frac{l_1 + l_2}{2}$ m
		প্রধান স্কেল পাঠ s m	ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ V m	মোট পাঠ $R_1 = s + V$ m	দৈর্ঘ্য প্রসারণ $l_1 = R_1 - R_o$ m	প্রধান স্কেল পাঠ s m	ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ V m	মোট পাঠ $R_2 = s + V$ m	দৈর্ঘ্য সংকোচন $l_2 = R_2 - R_o$ m	
1	0									
2	$\frac{1}{2}$									
3	1									
4	$1\frac{1}{2}$									
5	2									
6	$2\frac{1}{2}$									

Educationblog24.com

হিসাব :

$$Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l} = \text{.......................} \ N\,m^{-2}$$

ফলাফল :

$Y =$ .... $N\,m^{-2}$

সতর্কতা :

১। তার দুটি একই পদার্থের এবং একই দৈর্ঘ্যের হওয়া প্রয়োজন।

২। প্রথমে কিছু ভর চাপিয়ে তার দুটিকে টান টান করে নিতে হয়।

৩। পরীক্ষণীয় তারের ব্যাস নির্ণয়ের সময় একই সাথে সোজা এবং আড়াআড়ি এ দুভাবে পাঠ নেওয়া হয়।

৪। পিছট ত্রুটি পরিহার করে স্ক্রু গেজকে একই দিকে ঘুরিয়ে পাঠ নেওয়া হয়।

৫। অসহ ওজনের অর্ধেকের বেশি ওজন চাপানো হয় না।

৭.১৩। প্রবাহীর প্রবাহ

Flow of Fluids

যে সকল পদার্থ প্রবাহিত হয় তাদের প্রবাহী পদার্থ বা ফ্লুয়িড (fluid) বলে। তরল পদার্থ ও গ্যাসকে একত্রে বলা হয় প্রবাহী।

চিত্র ৭.১৫ ক : ধারারেখ বা শান্ত প্রবাহ।

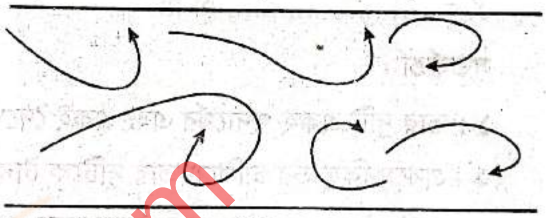
স্রোতরেখা বা ধারারেখ প্রবাহ (Streamline flow)

মনে করা যাক, ABC পথ বরাবর কোনো তরল পদার্থ প্রবাহিত হচ্ছে (চিত্র : ৭.১৫ক)। ধরা যাক যে, তরল পদার্থের কোনো কণা $\vec{v_1}$, $\vec{v_2}$ এবং $\vec{v_3}$ বেগ নিয়ে যথাক্রমে A, B ও C বিন্দু অতিক্রম করছে। প্রবাহটি যদি ধারারেখ হয় তাহলে কোনো নতুন কণা A বিন্দুতে পৌছালে এর বেগ $\vec{v_1}$ এর সমান হবে। এ বেগের অভিমুখ হবে A বিন্দুতে অঙ্কিত ABC পথের স্পর্শকের অভিমুখে। কোনো কণা B তে পৌছালে এর বেগ হবে $\vec{v_2}$। এ বেগ $\vec{v_1}$ এর সমান হতে পারে আবার নাও হতে পারে। একইভাবে C বিন্দু অতিক্রমকারী সকল কণার বেগ হবে $\vec{v_3}$। সুতরাং বলা যায় যে, প্রবাহিত **হওয়ার সময় তরল পদার্থের সকল কণা যদি একই বেগ নিয়ে এর অগ্রবর্তী কণার পথ অনুসরণ করে তাহলে সে প্রবাহকে ধারারেখ প্রবাহ বা স্রোতরেখা প্রবাহ বা শান্ত প্রবাহ বলে।** ধারারেখ প্রবাহের বেলায় কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু অতিক্রমকারী সকল কণার ঐ বিন্দুতে বেগ একই বা সমান থাকে। কিন্তু কণাগুলোর বেগ এদের পথের বিভিন্ন বিন্দুতে পৃথক হতে পারে আবার নাও হতে পারে। ধারারেখ হলে গতিপথের যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক ঐ বিন্দুতে তরলের প্রবাহের অভিমুখ বা দিক নির্দেশ করে। ধারারেখা সরল বা বক্র হতে পারে।

একগুচ্ছ ধারারেখাকে একত্রে প্রবাহ নল বা প্রবাহ বলে।

বিক্ষিপ্ত প্রবাহ (Turbulent flow)

এটা দেখা গেছে যে, কোনো তরল পদার্থ ধারারেখ প্রবাহে প্রবাহিত হয় যদি এর বেগ **ক্রান্তি বেগ** নামক একটি সীমান্তিক বেগের চেয়ে কম হয়। কোনো তরল পদার্থের বেগ যদি এর ক্রান্তি বেগের চেয়ে বেশি হয় তাহলে তরল পদার্থের কণার পথ ও বেগ প্রতিনিয়ত এলোমেলোভাবে পরিবর্তিত হয় ফলে কণাগুলো আঁকাবাঁকা পথে প্রবাহিত হয়। এতে প্রবাহী এর সকল নিয়মানুবর্তিতা হারিয়ে ফেলে। এধরনের প্রবাহকে বিক্ষিপ্ত বা অনিয়ত বা অশান্ত প্রবাহ বলে (চিত্রঃ ৭.১৫খ)। এধরনের গতিতে যেকোনো বিন্দুতে তরল পদার্থের কণার বেগের মান ও দিক উভয়ই সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়।


চিত্র ৭.১৫ খ : বিক্ষিপ্ত বা অশান্ত প্রবাহ

অধ্যাপক অসবর্ন রেনল্ডস (Prof. Osborne Reynolds) সর্বপ্রথম প্রমাণ করেন যে, কোনো তরলের ক্রান্তিবেগ নির্ভর করে তরলের সান্দ্রতাঙ্ক (η), তরলের ঘনত্ব (ρ) এবং যে নল দিয়ে তরল প্রবাহিত হচ্ছে তার ব্যাসার্ধের (r) ওপর। তিনি হিসাব করে দেখান যে,

$$\text{ক্রান্তিবেগ}, v_c \propto \frac{\eta}{\rho r}$$

$$\text{বা}, v_c = R_e \frac{\eta}{\rho r} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.18)$$

এখানে, R_e = রেনল্ডস-এর সংখ্যা = একটি ধ্রুবক। এ ধ্রুবকের মানের ওপর নির্ভর করে তরলের প্রবাহ ধারারেখ প্রবাহ হবে না বিক্ষিপ্ত প্রবাহ হবে। $R_e < 2000$ হলে অর্থাৎ রেনল্ডস-এর সংখ্যা 2000-এর কম হলে তরল প্রবাহ ধারারেখ প্রবাহ হবে। আর R_e এর মান 2000 থেকে 3000 এর মধ্যে হলে বুঝতে হবে তরল প্রবাহ ধারারেখ থেকে বিক্ষিপ্ত প্রবাহে রূপান্তরিত হচ্ছে। R_e এর মান 3000 এর ওপরে হলে প্রবাহ পুরোপুরি বিক্ষিপ্ত প্রবাহে পরিণত হবে।

৭.১৪। সান্দ্রতা

Viscosity

আমরা জানি, যে সকল পদার্থ প্রবাহিত হয় তাদের প্রবাহী পদার্থ বলে। কোনো প্রবাহী প্রবাহিত হওয়ার ক্ষেত্রে কেমন বাধাগ্রস্ত বা রোধী (resistive) তার পরিমাপই হলো ঐ পদার্থের সান্দ্রতা। প্রবাহিত হওয়ার ক্ষেত্রে মধু পানির চেয়ে বেশি রোধী তাই মধু পানির তুলনায় অধিক সান্দ্র। প্রবাহীর সান্দ্রতা দুটি কঠিন পদার্থের মধ্যবর্তী ঘর্ষণের সদৃশ। প্রবাহীর নির্দিষ্ট কোনো আকার নেই। কারণ তাদের আন্তঃআণবিক বল খুবই নগণ্য। কোনো অনুভূমিক তলের ওপর দিয়ে প্রবাহিত কোনো প্রবাহীকে কতগুলো স্তরে স্তরে বিভক্ত বলে কল্পনা করলে তল সংলগ্ন স্তরটি তলের সাপেক্ষে স্থির থাকে বাকি স্তরগুলো থাকে গতিশীল। তল থেকে যে স্তরের দূরত্ব যত বেশি সে স্তরের আপেক্ষিক বেগ তত বেশি।

প্রবাহের সময় প্রবাহীর একটি স্তর এর সন্নিহিত স্তরের সাথে ঘর্ষণের সৃষ্টি করে এবং ঐ স্তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। তাতে বিভিন্ন স্তর বিভিন্ন বেগে প্রবাহিত হয়। প্রবাহীর এ বিভিন্ন স্তরের ঘর্ষণকেই সান্দ্রতা বলা হয়।

সংজ্ঞা : যে ধর্মের দরুন কোনো প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

৭.১৫। ঘর্ষণ ও সান্দ্রতা

Friction and Viscosity

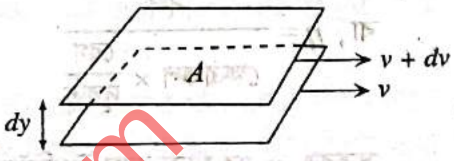
ঘর্ষণ যেমন দুটি কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়, সান্দ্রতা তেমনি প্রবাহীর দুটি স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধা দেয় এবং গতি ব্যাহত করতে চেষ্টা করে। সান্দ্রতাকে তাই অন্তস্থ ঘর্ষণও বলা হয়। স্থির প্রবাহীর বেলায় সান্দ্রতা বল

Educationblog24.com

ক্রিয়া করে না, প্রবাহী গতিশীল হলেই সান্দ্রতা বল ক্রিয়া করে। ঘর্ষণ বল ও সান্দ্রতা বলের মধ্যে পার্থক্য হলো ঘর্ষণ বলের মান স্পর্শতলের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে না, সান্দ্রতা বলের মান প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে। এ ছাড়াও, সান্দ্রতা বল প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের বেগ ও স্থির তল থেকে এর দূরত্বের ওপর নির্ভর করে। বিভিন্ন তরলের সান্দ্রতা বিভিন্ন রকম। তেল, দুধ ও আলকাতরার মধ্যে আলকাতরার সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশি; আমরা পূর্বেই বলেছি পানির তুলনায় মধুর সান্দ্রতা বেশি।

৭.১৬। সান্দ্রতা সহগ বা সান্দ্রতাঙ্ক বা সান্দ্রতা গুণাঙ্ক

Coefficient of Viscosity



চিত্র : ৭.১৬

প্রবাহী পদার্থের পাশাপাশি সমান্তরাল দুটি স্তরের আপেক্ষিক গতির দরুন সৃষ্ট ঘর্ষণ বলের জন্য সান্দ্র প্রভাব দেখা দেয়। আমরা জানি, যে ধর্মের ফলে প্রবাহী এর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

স্তরায়িত প্রবাহে রয়েছে এমন একটি প্রবাহী বিবেচনা করা যাক। এ প্রবাহী পদার্থের এমন দুটি সমান্তরাল স্তর বিবেচনা করা যাক, যাদের প্রত্যেকের ক্ষেত্রফল A এবং এরা পরস্পর থেকে dy দূরত্বে রয়েছে (চিত্র : ৭.১৬)। এ স্তর দুটির বেগ যথাক্রমে v এবং $v + dv$। তাহলে দূরত্বের সাপেক্ষে বেগের অন্তরক হলো $\frac{dv}{dy}$। একে বেগের নতি (velocity gradient) বলে।

প্রবাহী স্তর দুটির মধ্যে বেগের পার্থক্য থাকায় প্রবাহীর সান্দ্রতার জন্য তাদের মধ্যে প্রবাহের বিপরীত দিকে একটি বল ক্রিয়া করে। এ বলের মান সম্পর্কে নিউটন একটি সূত্র দিয়েছেন। এটি সান্দ্রতাসংক্রান্ত নিউটনের সূত্র নামে পরিচিত।

নিউটনের সূত্র : ***প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক বেগ থাকলে প্রবাহের বিপরীত দিকে যে স্পর্শকীয় সান্দ্র বল ক্রিয়া করে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তার মান (F) প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল (A) এবং তাদের মধ্যকার বেগের নতি $\left(\frac{dv}{dy}\right)$-এর সমানুপাতিক।***

অর্থাৎ $F \propto A\frac{dv}{dy}$

বা, $F = \eta A\frac{dv}{dy}$ ... ... (7.19)

এখানে η হলো একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান প্রবাহীর প্রকৃতি এবং তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে। একে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বা সান্দ্রতা সহগ বলা হয়।

(7.19) সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, $A = 1$ একক এবং $\frac{dv}{dy} = 1$ একক হলে

$F = \eta \times 1 \times 1$

অর্থাৎ $\eta = F$ হয়। এ থেকে বলা যায় যে,

সংজ্ঞা : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক রাখতে (অর্থাৎ একক দূরত্বে অবস্থিত দুটি স্তরের মধ্যে একক আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে) প্রবাহী স্তরের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বা সান্দ্রতা সহগ বলে।

সান্দ্রতা সহগ প্রবাহীর সান্দ্রতার পরিমাপবিশেষ। কোনো প্রবাহীর সান্দ্রতা সহগ বলতে প্রবাহীটি যে সান্দ্র প্রভাব প্রদর্শন করে তার পরিমাপকে বোঝায়। সান্দ্রতা সহগ যত বেশি প্রবাহীটি তত সান্দ্র। কক্ষতাপমাত্রায় গ্লিসারিনের সান্দ্রতা সহগ পানির চেয়ে 10^3 গুণ বেশি। নিউটনের সূত্র তথা (7.19) সমীকরণ সকল গ্যাসের জন্য এবং অনেক তরলের জন্য খাটে। যেসব

তরলের জন্য এ সূত্র খাটে তাদের বলা হয় **নিউটনীয় তরল**। পানি একটি নিউটনীয় তরল। অ-নিউটনীয় তরলের জন্য η এর কোনো ধ্রুব মান নেই। প্রকৃতপক্ষে, এসব তরলের সান্দ্রতা সহগ নেই। এরকম একটি তরল হলো তেল রং (oil paint)।

η এর মাত্রা ও একক

(7.19) সমীকরণ থেকে দেখা যায়,

$$\eta = \frac{F}{A\frac{dv}{dy}}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{দূরত্ব}}}$$

সুতরাং η এর মাত্রা হবে উপরিউক্ত সমীকরণের ডানপাশের রাশিগুলোর মাত্রা অর্থাৎ

$$[\eta] = \frac{MLT^{-2}}{L^2\frac{LT^{-1}}{L}} = ML^{-1}T^{-1}$$

(7.19) সমীকরণ থেকে পুনরায় পাওয়া যায়,

$$\eta = \frac{F}{A\frac{dv}{dy}}$$

এ সমীকরণের ডানপাশের রাশিগুলোর একক বসালে η এর এসআই একক পাওয়া যায়। এ একক হলো

$$\frac{N}{m^2\frac{ms^{-1}}{m}}$$

অর্থাৎ N s m^{-2} বা, Pa s

বিজ্ঞানী পয়সুলির নামানুসারে সান্দ্রতাঙ্কের আর একটি একক হচ্ছে পয়েস (poise) 1 N s m^{-2} = 10 poise।

তাৎপর্য : পানির সান্দ্রতা সহগ 10^{-3} N s m^{-2} বলতে বোঝায় 1 m^2 ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট পানির দুটি স্তর পরস্পর থেকে 1 m দূরত্বে অবস্থিত হলে এদের ভেতর 1 m s^{-1} আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে 10^{-3} N বলের প্রয়োজন হয়।

তাপমাত্রা, চাপ ও সান্দ্রতা

তরল ও বায়বীয় পদার্থের সান্দ্রতার ওপর তাপমাত্রা ও চাপ উভয়ের প্রভাবে ভিন্নতা রয়েছে। তাই আমরা তরল ও গ্যাসের জন্য তাপমাত্রার প্রভাব বা চাপের প্রভাব পৃথক পৃথকভাবে আলোচনা করবো।

সান্দ্রতার ওপর তাপমাত্রার প্রভাব

(ক) তরলের সান্দ্রতা : বিভিন্ন পরীক্ষা থেকে তরলের সান্দ্রতার ওপর তাপমাত্রার প্রভাব পাওয়া যায়। দেখা গেছে যে, 10°C তাপমাত্রায় পানির সান্দ্রতা সহগের যে মান পাওয়া যায়, 80°C তাপমাত্রায় সে মান হয় এক-তৃতীয়াংশ। কিন্তু তরলের সান্দ্রতা সহগের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্কে কোনো সঠিক সূত্র পাওয়া যায় নি। বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন সূত্র দিয়েছেন।

তাপমাত্রার সাথে সান্দ্রতা সহগের সম্পর্কসূচক একটি সমীকরণ হলো :

$$\log \eta = A + \frac{B}{T} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.20)$$

এখানে η হলো তরলের সান্দ্রতা সহগ, T তরলের কেলভিন তাপমাত্রা এবং A ও B ধ্রুবক।

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

(খ) গ্যাসের সান্দ্রতা : তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে গ্যাসের সান্দ্রতা-বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের সান্দ্রতা সহগ তার কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

$$\therefore \eta \propto \sqrt{T} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.21)$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি : তরল ও গ্যাসের সান্দ্রতা হ্রাস-বৃদ্ধির বৈপরীত্য

আমরা জানি যে, **তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়।** 10° C তাপমাত্রায় পানির যে সান্দ্রতা 80° C তাপমাত্রায় তা কমে এক-তৃতীয়াংশ হয়ে যায়; কিন্তু **অপরদিকে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।** কেন এ বৈপরীত্য ?

আমরা জানি যে, তরল ও গ্যাস উভয়ই অণু দিয়ে গড়া। আণবিক তত্ত্ব থেকে আমরা তাই তরল ও গ্যাসের সান্দ্রতা বৃদ্ধি ও হ্রাসের বৈপরীত্য ব্যাখ্যা করতে পারি।

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলো তাপ থেকে শক্তি গ্রহণ করে বেশি শক্তি পায় এবং এদের গতি বেড়ে যায়। এতে অণুগুলোর গড় মুক্তপথ বৃদ্ধি পায় ফলে এদের মধ্যে ঘর্ষণ কম হয়। গড় মুক্তপথ বৃদ্ধির ফলে তরলের স্তরের আপেক্ষিক বাধা কমে যায়। ফলে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়।

অপরদিকে গ্যাসের অণুগুলো থাকে তরলের তুলনায় অনেক আলগাভাবে বাঁধা। এরা সবসময় এলোমেলো গতিতে থাকে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে এদের ইতস্তত গতি অত্যন্ত বেড়ে যায়। ধীরগতির স্তরের কিছু অণু দ্রুতগতির স্তরে যায়। ফলে দ্রুতগতি স্তরের অণুগুলোর গড় দ্রুতি হ্রাস পায়। আবার এ ইতস্তত গতির ফলে দ্রুতগতি স্তরের কিছু অণু ধীরগতির স্তরে চলে যায়। এতে ধীরগতি স্তরের অণুগুলোর গড় দ্রুতি বৃদ্ধি পায়। এর ফলে দু স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতি হ্রাস পায় তথা সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।

সান্দ্রতার ওপর চাপের প্রভাব

(ক) তরলের সান্দ্রতা : চাপ বৃদ্ধির সাথে তরলের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। খনিজ তেলের ক্ষেত্রে সান্দ্রতার ওপর চাপের প্রভাব খুবই লক্ষ্যণীয়।

(খ) গ্যাসের সান্দ্রতা : বিজ্ঞানী ম্যাক্সওয়েল গ্যাসের গতিতত্ত্বের ওপর ভিত্তি করে বলেন যে, গ্যাসের সান্দ্রতার ওপর চাপের কোনো প্রভাব নেই এবং একথা চাপের বিস্তৃত পাল্লার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। তবে নিম্নচাপের ক্ষেত্রে এর কিছুটা ব্যতিক্রম লক্ষ্য করা যায়।

৭.১৭। স্টোক্সের সূত্র
Stokes' Law

কোনো সান্দ্র মাধ্যম (তরল বা গ্যাস) দিয়ে যদি কোনো বস্তু গতিশীল হয় তাহলে এটি এর স্পর্শে থাকা প্রবাহী পদার্থের স্তরগুলোকে টেনে নিয়ে যেতে থাকে। এতে প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক গতির সৃষ্টি হয়। ফলে গতিশীল বস্তুটির ওপর একটি সান্দ্র বল কাজ করে। এ বল বস্তুর গতিকে মন্থর করতে চায়।

স্টোক্স প্রমাণ করেন যে, r ব্যাসার্ধের কোনো গোলক η সান্দ্রতার তরলের ভেতর দিয়ে চলার সময় v বেগ প্রাপ্ত হলে তরলের সান্দ্রতার জন্য গোলকের গতিকে বাধাদানকারী বল F হবে,

$$F = 6\,\pi r\,\eta\,v \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.22)$$

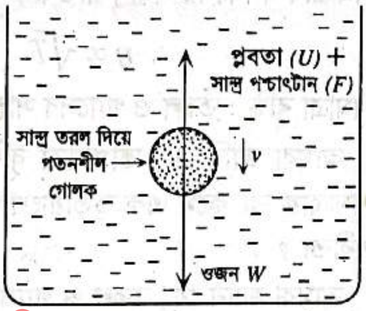
অর্থাৎ এ বল প্রবাহীর সান্দ্রতাঙ্কের সমানুপাতিক, গোলকের বেগের সমানুপাতিক এবং গোলকের ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক। এ বল গোলকটি যেদিকে গতিশীল তার বিপরীত দিকে ক্রিয়া করবে। একে স্টোক্সের সূত্র বলে।

কোনো বস্তু যদি অভিকর্ষের প্রভাবে কোনো তরলের মধ্যদিয়ে পতিত হয়, তাহলেও স্টোক্সের সূত্র (7.22) প্রযোজ্য হয়। তখন η হয় তরলের সান্দ্রতাঙ্ক।

উল্লেখযোগ্য যে, স্টোক্সের সূত্র শুধু অসীম বিস্তৃতির প্রবাহীর বেলায় খাটে। যদি গোলকটি অত্যন্ত দ্রুত চলতে থাকে এবং এর ফলে প্রবাহীর প্রবাহ স্রোতরেখা গতি না হয় তাহলে এ সূত্র ভালো খাটবে না।

Educationblog24.com

৭.১৮। অন্তবেগ বা প্রান্তিক বেগ
Terminal Velocity



চিত্র : ৭.১৭

স্টোক্সের সূত্র থেকে এটা স্পষ্ট যে, কোনো বস্তুর ওপর বাধাদানকারী বল এর বেগের সমানুপাতিক। যদি $v = 0$ হয়, $F = 0$ এবং v বাড়লে F বাড়ে। এ থেকে বলা যায় যে, কোনো সান্দ্র প্রবাহী দিয়ে যদি কোনো গোলক অভিকর্ষের প্রভাবে পতিত হয় তাহলে আদিতে অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু যুগপৎভাবে এর ওপর বাধাদানকারী বল F বৃদ্ধি পায় ফলে বস্তুটির নিট ত্বরণ কমতে থাকে। এক সময় বস্তুটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। বস্তুটি তখন ধ্রুব বেগ নিয়ে পতিত হতে থাকে। এ বেগকে বলা হয় **অন্তবেগ বা প্রান্তিক বেগ**। যেমন বায়ুর ভেতর দিয়ে শিলার পতন, নদীর বা সমুদ্রের পানিতে ভারি কঠিন বস্তুর পতনে একই ঘটনা ঘটে। এগুলোর পড়ার সময় এক সময় নিট ত্বরণ শূন্য হয় এবং সমবেগে পড়তে থাকে।

অন্তবেগ v এর জন্য আমরা একটি রাশিমালা প্রতিপাদন করতে চাই।

মনে করা যাক, কোনো সান্দ্র তরলের ভেতর একটি গোলক পতিত হচ্ছে (চিত্র : ৭.১৭)। গোলকের ওপর ক্রিয়াশীল বল হলো,

(ক) নিম্নমুখী বল তথা গোলকের ওজন W.

(খ) ঊর্ধ্বমুখী বল তথা প্লবতা U এবং

(গ) ঊর্ধ্বমুখী বাধাদানকারী বল তথা সান্দ্র পশ্চাৎটান F।

আদিতে নিম্নমুখী বল W ঊর্ধ্বমুখী বল $U + F$ এর চেয়ে বড়ো। ফলে গোলকটির নিম্নমুখী ত্বরণ থাকে। গোলকটির বেগ বৃদ্ধির সাথে সান্দ্র পশ্চাৎটানও বৃদ্ধি পায়, ফলে $U + F$ এক সময় W এর সমান হয়। তখন গোলকটি নিচের দিকে চলতে থাকে এবং এর ওপর নিট বল কাজ করে না এবং এর বেগ একটি ধ্রুব সর্বোচ্চ মান লাভ করে, একে বলা হয় **অন্তবেগ** v।

এখন

গোলকের ভর m, ব্যাসার্ধ r, আয়তন V এবং উপাদানের ঘনত্ব ρ_s হলে, এর ওজন

$$W = m\,g = V\rho_s g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s g$$

তরলের ঘনত্ব ρ_f হলে, প্লবতা

$U =$ অপসারিত তরলের ওজন

$$= V\rho_f\, g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_f\, g$$

প্রবাহীর সান্দ্রতা সহগ η হলে, স্টোক্সের সূত্রানুসারে সান্দ্র পশ্চাৎটান

$$F = 6\pi r \eta v.$$

গোলকটি অন্তবেগ প্রাপ্ত হলে

$$F + U = W$$

বা, $6\pi r \eta v + \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_f\, g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s\, g$

বা, $6\pi r\eta v = \frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho_s - \rho_f)$

বা, $v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$ ... ... (7.23)

অনেক সময় আমরা দেখতে পাই পানির মধ্যে বায়ুর বুদবুদ ওপরে ওঠে। এক্ষেত্রে অন্ত্যবেগের সমীকরণ হলো

$$v = \frac{2r^2(\rho_f - \rho_s)g}{9\eta}$$

যেখানে ρ_f = পানির ঘনত্ব এবং ρ_s = বায়ুর বুদবুদের ঘনত্ব

যেহেতু বায়ু বুদবুদের ঘনত্ব ρ_s পানির ঘনত্বের তুলনায় অনেক কম $(\rho_s << \rho_f)$, তাই ρ_s কে উপেক্ষা করে উপরিউক্ত সমীকরণকে বায়ু বুদবুদের জন্য লেখা যায়,

$v = \frac{2r^2\rho_f g}{9\eta}$ ... ... (7.24)

সম্প্রসারিত কর্মকাণ্ড : তরলের চেয়ে হালকা গোলকের জন্য প্রান্তিক বেগের রাশিমালা নির্ণয় করো।

যদি গোলকটির ঘনত্ব ρ_s তরলের ঘনত্ব ρ_f এর চেয়ে কম হয় অর্থাৎ গোলকটি হালকা হয়, তাহলে সেটি প্লবতা U এর জন্য নিট ঊর্ধ্বমুখী বল লাভ করবে এবং ওপরে ভেসে ওঠবে। এক্ষেত্রে সান্দ্র পশ্চাৎটান F নিচের দিকে ক্রিয়া করবে। ফলে গোলকটি প্রান্তিক বেগ v প্রাপ্ত হলে,

$F + W = U$

বা, $6\pi r\eta v + \frac{4}{3}\pi r^3\rho_s g = \frac{4}{3}\pi r^3\rho_f g$

বা, $6\pi r\eta v = \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_f - \rho_s)g$

$\therefore v = \frac{2r^2(\rho_f - \rho_s)g}{9\eta}$

৭.১৯। সান্দ্রতা সংক্রান্ত ঘটনাবলি
Few Phenomena regarding Viscosity

১। শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয়। এর কারণ তরলের প্রবাহগতি নির্ভর করে এর সান্দ্রতা ধর্মের ওপর। যে তরলের সান্দ্রতা যত কম তার দ্রুতি তত বেশি। পানিকে উত্তপ্ত করা হলে এর সান্দ্রতা সহগ হ্রাস পায়, ফলে এর গতি দ্রুততর হয়।

২। অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হওয়ার কথা, কিন্তু তা হয় না। এর কারণ হলো বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর ওপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোঁটাটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। ফোঁটাটি তখন ধ্রুববেগ নিয়ে পড়তে থাকে। এ বেগকে অন্ত্যবেগ বা প্রান্তিক বেগ বলে।

সুতরাং অন্ত্যবেগ প্রাপ্তির কারণে অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় না।

Educationblog24.com

৭.২০। পৃষ্ঠটান

Surface Tension

পৃষ্ঠটান তরল পদার্থের একটি ধর্ম।

করে দেখো : একটি পাত্রে পানি নাও। পানি স্থির হলে একটি টিস্যু পেপারের ওপর একটি সুই বা ব্লেড রেখে পানির পৃষ্ঠে সাবধানে রাখো।

টিস্যু পেপার ভিজে পানিতে ডুবে যাবে। কিন্তু সুই বা ব্লেড ভেসে থাকবে। পানির পৃষ্ঠে কোনো ব্লেড বা সুইকে খুব সাবধানে রাখলে দেখা যায় ব্লেড বা সুইটি পানিতে ভাসছে এবং যেখানে ব্লেড বা সুইটি পানির তল স্পর্শ করেছে সেখানে পানিপৃষ্ঠ সামান্য অবনমিত হয়। ব্লেড বা সুইয়ের পদার্থের ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে অনেক গুণ বেশি হওয়া সত্ত্বেও এরা পানিতে ভাসে। অনেক সময় পোকামাকড়কে পানির ওপর দিয়ে হেঁটে যেতে দেখা যায়। মনে হয়, পানির ওপর যেন একটি পাতলা পর্দা রয়েছে এবং এ পর্দার ওপর দিয়ে পোকামাকড় চলাফেরা করছে। ভালো করে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, যেখানে পোকামাকড়ের পা পড়ছে সেখানে পানির পৃষ্ঠ একটু দেবে যাচ্ছে। কোনো কঠিন পৃষ্ঠের ওপর তরল পদার্থ পড়লে দেখা যায় যে, তরলটি পৃষ্ঠের সর্বত্র ছড়িয়ে না পড়ে ফোঁটার আকার ধারণ করতে চায়। স্বল্প আয়তনের তরল পদার্থ সর্বদাই গোলকের আকৃতি গ্রহণ করে। এজন্যই বৃষ্টির ফোঁটা, শিশিরবিন্দু, পারদবিন্দু ইত্যাদির আকৃতি গোলাকার, কেননা নির্দিষ্ট আয়তনের তরলের মুক্ত তলের ক্ষেত্রফল গোলক আকৃতিতে সর্বনিম্ন হয়। সুতরাং দেখা যায়, তরলবিন্দু আপনা থেকেই এমন জ্যামিতিক আকার গ্রহণ করে যেখানে ক্ষেত্রফল সর্বাপেক্ষা কম হয়। এসব ঘটনা থেকে এটা বোঝা যায় যে, তরলের পৃষ্ঠ বা মুক্তিতল টানা স্থিতিস্থাপক পর্দার মতো আচরণ করে এবং ক্ষেত্রফল সঙ্কুচিত হতে চায়।

পৃষ্ঠটান তরলের এমন একটি ধর্ম যার দরুন নিশ্চল তরলের মুক্তপৃষ্ঠ টান টান স্থিতিস্থাপক পর্দার মতো আচরণ করে তরলের পৃষ্ঠতলের ন্যূনতম ক্ষেত্রফল বজায় রাখতে চায়।

তরলের মুক্তপৃষ্ঠ বরাবর সর্বদাই একটি টান আছে, তরলপৃষ্ঠের এ টান থেকেই পৃষ্ঠটানের সংজ্ঞা দেওয়া হয়।

সংজ্ঞা : কোনো তরল পৃষ্ঠের ওপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

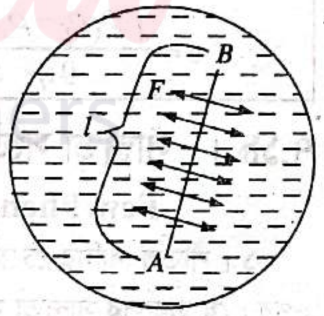
ব্যাখ্যা : কোনো তরলের পৃষ্ঠের ওপর l দৈর্ঘ্যের AB রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে F **বল** ক্রিয়া করলে (চিত্র : ৭.১৮), পৃষ্ঠটান T হবে,

$$T = \frac{F}{l} \quad \dots \quad \dots \quad (7.25)$$

মাত্রা ও একক : পৃষ্ঠটানের মাত্রা হচ্ছে $\frac{\text{বল}}{\text{দৈর্ঘ্য}}$ এর মাত্রা অর্থাৎ MT^{-2}

এবং একক হচ্ছে $\frac{N}{m}$ বা, $N\,m^{-1}$।

তাৎপর্য : পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\ N\,m^{-1}$ বলতে বোঝায় পানিপৃষ্ঠে 1 m দীর্ঘ একটি রেখা কল্পনা করলে ঐ রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে 72×10^{-3} N বল ক্রিয়া করে।



চিত্র : ৭.১৮

৭.২১। পৃষ্ঠটানের আণবিক তত্ত্ব

Molecular Theory of Surface Tension

পৃষ্ঠটান একটি আণবিক ঘটনা। তাই আণবিক তত্ত্বের সাহায্যে এর ব্যাখ্যা দেওয়া যায়। বিজ্ঞানী ল্যাপ্লাস সর্বপ্রথম আণবিক তত্ত্বের সাহায্যে পৃষ্ঠটানের ব্যাখ্যা দেন।

আন্তঃআণবিক বল দু'রকম :

(১) সংসক্তি বল (cohesive force) ও

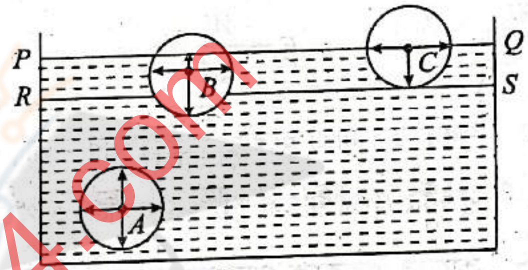
(২) আসঞ্জন বল (adhesive force)

১। সংসক্তি বল : একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে সংসক্তি বল বলা হয়। কাছাকাছি অবস্থিত অণুসমূহের আকর্ষণ বল বেশি এবং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে এ আকর্ষণ বল কমতে থাকে।

২। আসঞ্জন বল : বিভিন্ন পদার্থের অণুর ভেতর পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলা হয়।

একটি কাচের গ্লাসে যদি কিছু পানি নেওয়া হয়, তাহলে পানির দুটি অণুর মধ্যে বা কাচের দুটি অণুর মধ্যে যে আকর্ষণ বল সেটি হচ্ছে সংসক্তি বল। আর একটি পানির অণু এবং একটি কাচের অণুর মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল হচ্ছে আসঞ্জন বল।

দুটি অণুর মধ্যে সংসক্তি বল সর্বোচ্চ যে দূরত্ব পর্যন্ত অনুভূত হয় বা সক্রিয় থাকে তাকে আণবিক আকর্ষণের পাল্লা বলে। আণবিক আকর্ষণের পাল্লা প্রায় 10^{-10} m। কোনো অণুকে কেন্দ্র করে এর আণবিক আকর্ষণের পাল্লার সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে কোনো গোলক কল্পনা করলে ঐ গোলককে ঐ অণুর **প্রভাব গোলক বা পাল্লা গোলক** বলে। কেন্দ্রের অণুটি এর প্রভাব গোলকের মধ্যস্থ অণুগুলো দ্বারাই প্রভাবিত হয়, প্রভাব গোলকের বাইরের কোনো অণু দ্বারা প্রভাবিত হয় না, এর অর্থ হলো যে, প্রভাব গোলকের বাইরের কোনো অণুর সাথে এ অণুর সংসক্তি বল নেই বললেই চলে।



চিত্র : ৭.১৯

মনে করা যাক, ৭.১৯ চিত্রে A, B, C কোনো তরলের তিনটি অণু। A অণুটি রয়েছে তরলের গভীরে, তাই এর আণবিক আকর্ষণের প্রভাব গোলকটি তরলের ভেতরে রয়েছে। এ অণুটি এর প্রভাব গোলকের ভেতরকার সকল অণু দ্বারা চতুর্দিকে সমানভাবে আকৃষ্ট হচ্ছে। সুতরাং এর ওপর সংসক্তি বলের লব্ধি শূন্য। অর্থাৎ এর ওপর মোট কোনো সংসক্তি বল ক্রিয়া করছে না। তাই এ অণুটি যে অবস্থায় আছে, সেই অবস্থায়ই থাকবে।

B অণুটি তরলের এমন জায়গায় রয়েছে যে, এর প্রভাব গোলকের কিছুটা অংশ তরলের বাইরে রয়েছে। এ প্রভাব গোলকের ওপরের অংশে তরলের যত সংখ্যক অণু থাকবে নিচের অংশে তার চেয়ে বেশি সংখ্যক অণু থাকবে। এর ফলে B অণুর ওপর ক্রিয়াশীল নিম্নমুখী সংসক্তি বল ঊর্ধ্বমুখী সংসক্তি বলের চেয়ে বেশি হবে। ফলে B অণুটি একটি নিম্নমুখী লব্ধি বল অনুভব করবে।

C অণুটি তরল পদার্থের মুক্ত তলে অবস্থিত। এর প্রভাব গোলকের ওপরের অর্ধাংশ তরলের বাইরে এবং নিচের অর্ধাংশ তরলের ভেতর রয়েছে। সুতরাং ওপরের অংশে ক্রিয়াশীল কোনো সংসক্তি বল নেই, শুধু অণুটির ওপর নিম্নমুখী সংসক্তি বল ক্রিয়াশীল। কাজেই এ ক্ষেত্রে C অণুটি সর্বাধিক নিম্নমুখী বল দ্বারা আকর্ষিত হবে। সুতরাং ভিন্ন ভিন্ন অবস্থানে অবস্থিত অণু তিনটির মধ্যে C অণুরই নিচের দিকে যাওয়ার প্রবণতা হবে সবচেয়ে বেশি।

এবার তরলের মুক্ত তল PQ থেকে আণবিক পাল্লার সমান দূরত্বে যদি একটি সমান্তরাল তল RS কল্পনা করা হয়, তবে PQ এবং RS এর ভেতর অবস্থিত সকল অণু সংসক্তি বলের দরুন নিম্নমুখী টান অনুভব করবে। এ নিম্নমুখী টানের মান RS তল থেকে যতই ওপরের মুক্ত তলের দিকে যাওয়া যাবে, ততই বাড়তে থাকবে এবং মুক্ত তলে এর মান হবে সর্বাধিক।

এখন কোনো অণুকে তরলের ভেতর থেকে RS তলের ওপরে আনতে নিম্নমুখী সংসক্তি বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হবে এবং এ কাজ অণুটির বিভবশক্তি বৃদ্ধি করবে। সুতরাং RS তলের নিচে অবস্থিত অণুগুলোর তুলনায় ওপরের অণুগুলোর বিভবশক্তি বেশি। কিন্তু আমরা জানি, সকল বস্তুই সর্বনিম্ন বিভবশক্তিতে আসতে চায়। এখন RS তল থেকে মুক্ত তল PQ পর্যন্ত যতগুলো অণু আছে, তাদের বিভবশক্তি সর্বনিম্ন করতে হলে মুক্ত পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে হবে। কাজেই তরলের মুক্ত পৃষ্ঠ সর্বদা তার ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চেষ্টা করে এবং সঙ্কুচিত হতে চায়, ফলে মুক্ত পৃষ্ঠটি একটি টান টান স্থিতিস্থাপক পর্দার ন্যায় আচরণ করে এবং টান অবস্থায় থাকে। এ টান তরলের পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। তরলপৃষ্ঠে একটি রেখা কল্পনা করলে এ টান ঐ রেখার সাথে লম্ব হয়। রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে উদ্ভূত এ টানই পৃষ্ঠটান।

৭.২২। পৃষ্ঠশক্তি

Surface Energy

তরলের মুক্ততল বা উপরিপৃষ্ঠ টানা স্থিতিস্থাপক পর্দার ন্যায় আচরণ করে এবং সঙ্কুচিত হয়ে ন্যূনতম ক্ষেত্রফলে পৌঁছতে চায়। তরল পদার্থের মুক্ততলকে যদি টেনে প্রসারিত করতে হয় তাহলে এর পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে কাজ সম্পন্ন করতে হয়। এ কাজ তরল পৃষ্ঠে বিভবশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে। তাপমাত্রা স্থির রেখে তরল পদার্থের মুক্ত তলের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণ বৃদ্ধি করতে পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে যে কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাই পৃষ্ঠশক্তির পরিমাপক।

সংজ্ঞা : সমোষ্ণ অবস্থায় কোনো তরলের মুক্ততলের একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির জন্য সম্পন্ন কাজের পরিমাণ তথা মুক্ততলের একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভবশক্তিকেই তরলের পৃষ্ঠশক্তি বলে।

ব্যাখ্যা : কোনো তরলের মুক্ত তলের ক্ষেত্রফল ΔA পরিমাণ বৃদ্ধি করতে যদি W পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়, তাহলে পৃষ্ঠশক্তি,

$$E = \frac{W}{\Delta A} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.26)$$

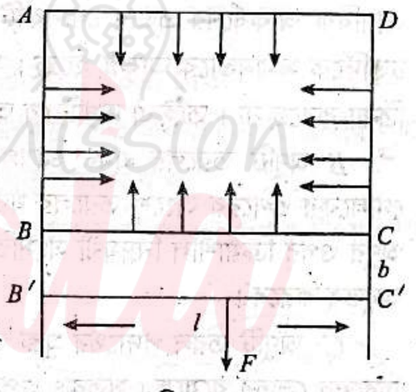
পৃষ্ঠশক্তির মাত্রা হবে $\frac{\text{কাজ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ এর মাত্রা, অর্থাৎ MT^{-2}

সুতরাং দেখা যাচ্ছে পৃষ্ঠশক্তির মাত্রা ও পৃষ্ঠটানের মাত্রা একই।

কাজের একককে ক্ষেত্রফলের একক দিয়ে ভাগ করলে পৃষ্ঠশক্তির একক পাওয়া যায়। সুতরাং এর একক হচ্ছে $\frac{J}{m^2}$ বা, $J\ m^{-2}$। কিন্তু $J\ m^{-2}$ হচ্ছে $N\ mm^{-2}$ বা, $N\ m^{-1}$। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, পৃষ্ঠশক্তির একক আর পৃষ্ঠটানের একক একই।

আসলে কোনো তরলের পৃষ্ঠশক্তি আর পৃষ্ঠটান একই।

পৃষ্ঠশক্তি ও পৃষ্ঠটানের সম্পর্ক : মনে করি, $ABCD$ একটি তারের ফ্রেম। এর BC বাহুটি AB ও DC বাহু বরাবর অবাধে চলাচল করতে পারে (চিত্র : ৭.২০)। তারটিকে সাবান পানিতে ডুবিয়ে তুলে আনলে এর মাঝখানে একটি পাতলা পর্দা আটকে থাকবে। এ পর্দা পৃষ্ঠটানের জন্য ফ্রেমের প্রত্যেক বাহুকে ভেতরের দিকে টানতে থাকে। কিন্তু BC বাহু ছাড়া অপর বাহুগুলো আটকানো থাকায় সেগুলো স্থির থাকবে। এর ফলে পৃষ্ঠটানের জন্য BC বাহুটি AD বাহুর দিকে অগ্রসর হবে। সুতরাং BC বাহুকে এর নিজ স্থানে রাখার জন্য বিপরীত দিকে বল প্রয়োগ করতে হবে।



চিত্র : ৭.২০

BC বাহুর দৈর্ঘ্য l এবং তরলের পৃষ্ঠটান T হলে, BC তারের ওপর AD এর দিকে মোট বল হবে,

$F = l \times T + l \times T = 2\,l \times T$ (কেননা পর্দার ওপরে এবং নিচে দুটি পৃষ্ঠ আছে এবং উভয়েরই পৃষ্ঠটান T)। সুতরাং BC বাহুকে এর অবস্থানে স্থির রাখতে হলে এর ওপর পৃষ্ঠটানের বিপরীতমুখী যে বল প্রয়োগ করতে হবে তার মান $F = 2\,lT$। এখন BC তারকে ক্ষুদ্র দূরত্ব b সরিয়ে $B'C'$ অবস্থানে আনতে সম্পাদিত কাজ হবে,

$$W = Fb$$

$$\text{বা, } W = 2\,l\,T\,b$$

এর ফলে পর্দার ওপর এবং নিচ উভয় পৃষ্ঠের প্রতিটির ক্ষেত্রফল lb পরিমাণ করে বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং $ABCD$ পর্দার মোট ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি হবে $\Delta A = 2\,l\,b$।

$\therefore$ পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে প্রতি একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে কৃতকাজ বা পৃষ্ঠশক্তি,

$$E = \frac{W}{\Delta A} = \frac{2\,l\,T\,b}{2\,l\,b} = T$$

এ শক্তি পৃষ্ঠে সঞ্চিত হবে।

সুতরাং কোনো তরলের পৃষ্ঠশক্তি তার পৃষ্ঠটানের সমান।

Educationblog24.com

সম্প্রসারিত কর্মকাণ্ড

পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তনে কৃতকাজ : তরলের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন করতে কাজ করতে হয় এবং পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করতে হলে (যেমন কোনো বড়ো তরল ফোঁটাকে ভেঙ্গে অনেকগুলো সমআয়তন ক্ষুদ্র ফোঁটায় পরিণত করা) শক্তি সরবরাহ করতে হয় ফলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় আর পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল কমিয়ে সঙ্কুচিত করতে হলে (যেমন অনেক ক্ষুদ্র ফোঁটা একত্রিত করে বড়ো ফোঁটায় রূপান্তরিত করা) শক্তি বের করে নিতে হয় ফলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়। এ শক্তির পরিমাণ সম্পাদিত কাজের সমান।

সম্পাদিত কাজ = প্রয়োজনীয় বা নির্গত শক্তি
= পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন × পৃষ্ঠশক্তি
= পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন × পৃষ্ঠটান

∴ প্রয়োজনীয় শক্তি = পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের প্রসারণ × পৃষ্ঠটান
নির্গত শক্তি = পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের সংকোচন × পৃষ্ঠটান

পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের প্রসারণ বা সংকোচন ΔA এবং পৃষ্ঠটান T হলে সম্পাদিত কাজ

$$W = \Delta A \times T \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.27)$$

কোনো বৃহৎ তরল ফোঁটাকে ভেঙে N সংখ্যক সমআয়তন ক্ষুদ্র ফোঁটায় পরিণত করলে ও এদের মোট আয়তন বড়ো ফোঁটার আয়তনের সমান হবে। সুতরাং বড়ো ফোঁটার আয়তন = $N \times$ ছোটো ফোঁটার আয়তন।

বা, $\frac{4}{3}\pi R^3 = N \times \frac{4}{3}\pi r^3$

এখানে, R ও r যথাক্রমে বৃহৎ ও ছোটো ফোঁটার ব্যাসার্ধ।

বড়ো ফোঁটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $4\pi R^2$

এবং প্রতিটি ছোটো ফোঁটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $4\pi r^2$

এবং N সংখ্যক ক্ষুদ্র ফোঁটার পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $= N \times 4\pi r^2$

∴ পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের প্রসারণ, $\Delta A = N \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2 = 4\pi (Nr^2 - R^2)$

আর, N সংখ্যক ক্ষুদ্র ফোঁটা (প্রতিটির ব্যাসার্ধ r) একত্রিত করে একটি বড়ো ফোঁটা (ব্যাসার্ধ R) করলে পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের সংকোচন,

$$\Delta A = N \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2$$
$$= 4\pi (Nr^2 - R^2)$$

সুতরাং প্রয়োজনীয় বা নির্গত শক্তি

$W =$ পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন × পৃষ্ঠটান

$= \Delta A \times T$

$$\text{বা, } W = 4\pi (Nr^2 - R^2)\, T \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.28)$$

উল্লেখ্য যে, নিরেট গোলক যেমন পানির ফোঁটার ক্ষেত্রে সম্পাদিত কাজের হিসাব (7.28) সমীকরণের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় কিন্তু ফাঁপা বুদবুদ যেমন সাবানের ফেনার বুদবুদের দুটি পৃষ্ঠ থাকে। সেক্ষেত্রে পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের প্রসারণ, $\Delta A = 2 \times 4\pi \times (r_2^2 - r_1^2)$। সুতরাং ফাঁপা বুদবুদের প্রসারণের ফলে সম্পাদিত কাজ,

$$W = \Delta A \times T = 2 \times 4\pi (r_2^2 - r_1^2)\, T \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.29)$$

একটি সাবানের বুদবুদের বাইরের ও ভেতরের চাপের পার্থক্য, $p = \frac{4T}{R}$ … (7.29 a)

এখানে T হচ্ছে পৃষ্ঠটান এবং R হচ্ছে বুদবুদের ব্যাসার্ধ।

পানির বুদবুদের ক্ষেত্রে, $p = \frac{2T}{R}$ … … (7.29 b)

৭.২৩। স্পর্শকোণ
Angle of Contact

কোনো কঠিন পদার্থকে কোনো তরলে ডুবালে দেখা যায় যে, তরল পদার্থ যেখানে কঠিন পদার্থটিকে স্পর্শ করে সেখানে তরল পদার্থের মুক্ততল বা উপরিতল অন্যান্য জায়গার মতো অনুভূমিক হয় না বরং তরলের মুক্ত তল হয় বেঁকে খানিকটা ওপর ওঠে যায় অথবা খানিকটা নিচে নেমে যায়। দেখা গেছে, যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে ভেজায় যেমন (পানি ও কাচ) সেক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা ওপর ওঠে যায় (চিত্র : ৭.২১ক)। পক্ষান্তরে যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে ভেজায় না যেমন (পারদ ও কাচ) তাদের ক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা নিচে নেমে যায় বা অবনমিত হয় (চিত্র : ৭.২১খ)।

চিত্র : ৭.২১

কঠিন ও তরলের স্পর্শবিন্দু C থেকে বক্র তরল তলে স্পর্শক CA টানলে ঐ স্পর্শক কঠিনের পৃষ্ঠ CB-এর সাথে তরলের ভেতরে যে কোণ উৎপন্ন করে তাই স্পর্শকোণ। ৭.২১ চিত্রে θ হচ্ছে স্পর্শকোণ।

সংজ্ঞা : কঠিন ও তরলের স্পর্শবিন্দু থেকে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন পদার্থের সাথে তরলের ভেতরে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শকোণ বলে।

সাধারণত যেসব তরলের ঘনত্ব কঠিন পদার্থের ঘনত্বের চেয়ে কম সেসব তরল পদার্থ সাধারণত কঠিন পদার্থকে ভেজায় এবং তাদের বেলায় স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হয় অর্থাৎ $90°$ এর কম হয়। কাচ ও বিশুদ্ধ পানির বেলায় স্পর্শকোণের মান প্রায় $8°$। রুপা ও বিশুদ্ধ পানির মধ্যকার স্পর্শকোণ প্রায় $90°$। যেসব তরল পদার্থের ঘনত্ব কঠিন পদার্থের ঘনত্বের চেয়ে বেশি সেসব তরল পদার্থ সাধারণত কঠিন পদার্থকে ভেজায় না এবং তাদের বেলায় স্পর্শকোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ $90°$ এর চেয়ে বেশি হয়। কাচ ও বিশুদ্ধ পারদের বেলায় স্পর্শকোণের মান প্রায় $139°$।

স্পর্শকোণ নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর ওপর নির্ভর করে

১. কঠিন ও তরলের প্রকৃতির ওপর।

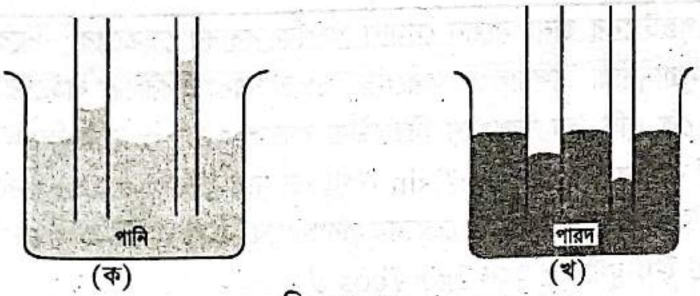
২. তরলের মুক্ততলের ওপরস্থ মাধ্যমের ওপর। যেমন পারদের ওপর বায়ু থাকলে পারদ ও কাচের স্পর্শকোণ যা হবে পারদের ওপর পানি থাকলে স্পর্শকোণ তা থেকে আলাদা হবে।

৩. কঠিন ও তরল পদার্থের বিশুদ্ধতার ওপর। তরল যদি বিশুদ্ধ না হয় বা কঠিন পদার্থের পৃষ্ঠে কোনো কিছু থাকলে স্পর্শকোণ পরিবর্তিত হয়ে যায়। বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাচের মধ্যকার স্পর্শকোণ প্রায় শূন্য। কিন্তু কাচে সামান্য পরিমাণেও তৈলাক্ত পদার্থ থাকলে স্পর্শকোণের মান বৃদ্ধি পায়।

কৈশিকতা
Capillarity

অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল (capillary tube) বলে। কোনো কৈশিক কাচ নলের এক প্রান্ত তরলের মধ্যে খাড়া করে ডুবালে নলের ভেতর কিছু তরল তরলের মুক্ত তল থেকে ওপরে ওঠে যায় বা নিচে নেমে আসে। যেসব তরল (যেমন পানি) কাচ নলকে ভিজিয়ে দেয় তাদের বেলায় নলের ভেতরকার তরলের তল (চিত্র : ৭.২২ক)

Educationblog24.com
Pathshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others



চিত্র : ৭.২২

পাত্রের তরলের মুক্ততলের চেয়ে ওপরে ওঠে যায় অর্থাৎ তরলের ঊর্ধ্বারোহণ বা **অধিক্ষেপ** হয়। যেসব তরল (যেমন পারদ) কাচ নলকে ভেজায় না তাদের বেলায় কাচ নলের ভেতরকার তরল স্তম্ভের উপরিতল পাত্রের তরলের (চিত্র: ৭.২২খ) মুক্ততলের চেয়ে নিচে নেমে আসে অর্থাৎ তরলের অবনমন বা **অবক্ষেপ হয়। কৈশিক নলে তরলের এরকম অধিক্ষেপ বা অবক্ষেপকে কৈশিকতা বলে।** তরলের পৃষ্ঠটানের জন্য এরূপ হয়ে থাকে। অধিক্ষেপের বেলায় নলের ভেতর তরলের উপরিতল অবতল থাকে এবং অবক্ষেপের বেলায় নলের ভেতর তরলের উপরিতল উত্তল থাকে।

আসঞ্জন ও সংসক্তি বলের আপেক্ষিক মানের ওপর নির্ভর করে নলের ভেতরকার তরলের উপরিতলের বক্রতা কেমন হবে। আসঞ্জন বা সংসক্তি বলের মান কতটা হবে তা তরল ও কঠিন পদার্থের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে। যে তরল পদার্থ কঠিন পদার্থকে ভিজিয়ে দেয় (যেমন পানি ও কাচ) তার আসঞ্জন বল, যে তরল পদার্থ কঠিন পদার্থকে ভেজায় না (যেমন পারদ ও কাচ) তার আসঞ্জন বলের চেয়ে অনেক বেশি। আবার পানির সংসক্তি বল পারদের সংসক্তি বলের চেয়ে অনেক কম।

দেখা গেছে,

(i) সংসক্তি বল = $\sqrt{2}$ × আসঞ্জন বল হলে কৈশিক নলে তরলের অবক্ষেপ বা অধিক্ষেপ হয় না, তরলের মুক্ত তল অনুভূমিক থাকে এবং স্পর্শকোণ শূন্য অর্থাৎ $\theta = 0°$ হয়।

(ii) সংসক্তি বল > $\sqrt{2}$ × আসঞ্জন বল হলে কৈশিক নলে তরলের অবক্ষেপ হয়, তরলের মুক্ততল উত্তল হয় এবং স্পর্শকোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ $\theta > 90°$ হয়।

(iii) সংসক্তি বল < $\sqrt{2}$ × আসঞ্জন বল হলে কৈশিক নলে তরলের অধিক্ষেপ হয়, তরলের মুক্ততল অবতল হয় এবং স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ অর্থাৎ $\theta < 90°$ হয়।

সম্প্রসারিত কর্মকাণ্ড : একটি কৈশিক নলে পানি যে উচ্চতা পর্যন্ত উঠতে পারে তার রাশিমালা নির্ণয় করো।

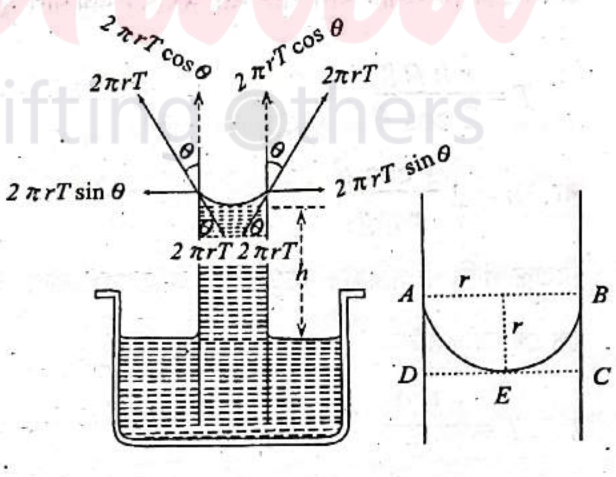
একটি কৈশিক নলকে পানি বা ঐ জাতীয় কোনো তরলের (যা নলকে ভেজায়) ভেতর খাড়াভাবে ডুবিয়ে রাখলে দেখা যায় যে, নলের মধ্যে তরল খানিকটা ওপরে ওঠে এবং তরল তল অবতল আকার ধারণ করে।

ধরা যাক, তরল ও কঠিনের স্পর্শকোণ = θ (চিত্র ; ৭.২৩), তরল তল যেখানে নলের মধ্যে নলকে স্পর্শ করেছে সেখানে নলের ব্যাসার্ধ = r

নলের বাইরের তরল তল থেকে নলের ভেতরের তরলের নিম্ন প্রান্ত পর্যন্ত উচ্চতা = h

তরলের ঘনত্ব = ρ

এবং তরলের পৃষ্ঠটান = T



চিত্র : ৭.২৩

নলের ভেতরের দেয়াল এবং তরলের স্পর্শবিন্দু হতে বক্র তরল তলে স্পর্শক টানলে ঐ স্পর্শক বরাবর পৃষ্ঠটান T ভেতরের দিকে ক্রিয়া করবে। কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ r হলে পরিধি হবে $2\pi r$ অর্থাৎ নলের ভেতরের দেয়ালে পানির স্পর্শরেখার

Educationblog24.com

দৈর্ঘ্য হবে $2\pi r$। ফলে পৃষ্ঠটানের জন্য নলের দেয়াল স্পর্শক বরাবর ভেতরের দিকে $2\pi rT$ বল অনুভব করবে। নিউটনের তৃতীয় গতি সূত্রানুযায়ী দেয়ালও তরলের ওপর এর বিপরীতে বাইরের দিকে সমান বল $2\pi rT$ প্রয়োগ করবে। এ বল $2\pi rT$ কে দুটি লম্ব উপাংশে বিভাজিত করলে খাড়া ওপরের দিকে $2\pi rT\cos\theta$ এবং এর সাথে লম্বভাবে অনুভূমিক বরাবর বাইরের দিকে $2\pi rT\sin\theta$ পাওয়া যায় (চিত্র : ৭.২৩)। নলের ব্যাসের বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় বল $2\pi rT\sin\theta$ উপাংশগুলো জোড়ায় জোড়ায় পরস্পরের ক্রিয়া নাকচ করে দেবে।
অতএব তরলের ওপর মোট উর্ধ্বমুখী বল হবে $2\pi r\,T\cos\theta$।

যেহেতু এ উর্ধ্বমুখী বলের প্রভাবে তরল স্তম্ভ কৈশিক নলের মধ্যে ওপরে ওঠতে থাকে সুতরাং যখন তরল স্তম্ভের ওজন এ উর্ধ্বমুখী বলের সমান হয় তখন সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয় অর্থাৎ নলের মধ্যে তরল স্তম্ভ স্থির হয়ে যায়। এ অবস্থায় নলের বাইরের তরল তল হতে তরল স্তম্ভের নিম্নপ্রান্ত পর্যন্ত উচ্চতা h হলে এ তরল স্তম্ভের আয়তন হবে $\pi r^2 h$ এবং তরলের বক্র অংশের আয়তন v এর সমষ্টির সমান। অর্থাৎ নলের মধ্যস্থিত তরল স্তম্ভের মোট আয়তন $= \pi r^2 h + v$ এবং এ তরলের ওজন $= (\pi r^2 h + v)\rho g$

অতএব সাম্যাবস্থায়,

$$2\pi\, r\,T\cos\theta = (\pi r^2 h + v)\rho g$$

$$\therefore\ T = \frac{(\pi r^2 h + v)\rho g}{2\pi r\cos\theta} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.30)$$

এখন, $v = ABCD$ সিলিন্ডারের আয়তন $- AEB$ অর্ধগোলকের আয়তন

$$= \pi r^2 . r - \frac{1}{2}\times\frac{4}{3}\pi r^3 = \pi r^3 - \frac{2}{3}\pi r^3 = \frac{1}{3}\pi r^3$$

$$T = \frac{\left(\pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3\right)\rho g}{2\pi r\cos\theta} = \frac{\pi r^2\left(h + \frac{r}{3}\right)\rho g}{2\pi r\cos\theta}$$

$$\therefore\ T = \frac{r\left(h + \frac{r}{3}\right)\rho g}{2\cos\theta} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.31)$$

এখন কৈশিক নলটি যদি সরু হয় অর্থাৎ r এর মান খুবই কম হয়, তাহলে h-এর তুলনায় $\frac{r}{3}$ কে উপেক্ষা করা যায়।

$$T = \frac{r h\rho g}{2\cos\theta} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.32)$$

$$\text{বা,}\ h = 2\frac{T\cos\theta}{r\rho g} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.33)$$

বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাচের মধ্যকার স্পর্শকোণ প্রায় $0°$ হওয়ায় $\cos\theta \approx 1$ ধরা হয়।

সে ক্ষেত্রে পৃষ্ঠটান

$$\therefore\ T = \frac{r h\rho g}{2} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.34)$$

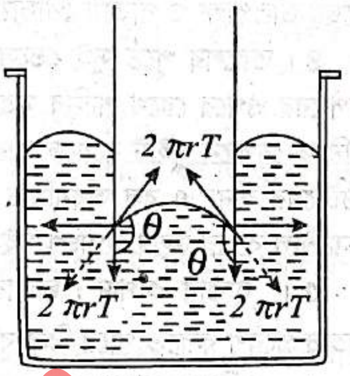
$\therefore$ কৈশিক নলে পানি যে উচ্চতা পর্যন্ত ওঠবে অর্থাৎ

$$h = \frac{2T}{r\rho g} \qquad \ldots \qquad \ldots \qquad (7.35)$$

Educationblog24.com

সম্প্রসারিত কর্মকাণ্ড : পারদের মধ্যে একটি কৈশিক নল ডুবালে পারদ কাচ নলের মধ্যে নিচে নেমে যায় কেন ?

(৭.২৪) চিত্রে r ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে পারদে (যে তরল কাচ ভেজায় না) ডুবানো হয়েছে। এ ক্ষেত্রে স্পর্শকোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ $90° > \theta > 180°$। নলের ভেতরের পারদ খানিকটা নিচে নেমে উত্তল আকার ধারণ করে। ফলে পৃষ্ঠটানের জন্য নলের দেয়াল স্পর্শক বরাবর ভেতরের দিকে $2\pi r T$ বল অনুভব করবে। নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র অনুযায়ী দেয়ালও তরলের ওপর এর বিপরীতে বাইরের দিকে সমান বল $2\pi r T$ প্রয়োগ করবে। (৭.২৪) চিত্র থেকে দেখা যায় যে, প্রতিক্রিয়া বলের খাড়া ঊর্ধ্বমুখী কোনো উপাংশ নেই, আছে খাড়া নিম্নমুখী উপাংশ। এ নিম্নমুখী বলের ক্রিয়ায় কাচ নলে পারদ নিচের দিকে খানিকটা নেমে যায়।



চিত্র : ৭.২৪

তরলের তাপমাত্রা স্থির থাকলে T, θ এবং ρ-ও স্থির থাকে। সে ক্ষেত্রে (7.33) সমীকরণকে লেখা যায়,

$$h = \frac{K}{r} \quad \text{এখানে,} \quad K = \frac{2T\cos\theta}{\rho g} = \text{ধ্রুবক।}$$

$$\text{সুতরাং } h \propto \frac{1}{r} \quad \ldots \quad \ldots \quad (7.36)$$

অর্থাৎ কৈশিক নলে কোনো তরলের অধিক্ষেপ অথবা অবক্ষেপ নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক। এটি জুরিনের সূত্র (Jurin's Law) নামে পরিচিত।

কর্মকাণ্ড : কৈশিক নলে পানি ওপরে ওঠে আর পারদ নিচে নামে কেন ?

স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ অর্থাৎ $90°$ এর চেয়ে ছোটো হলে $\cos\theta$ ধনাত্মক হয়। ফলে (7.33) সমীকরণ অনুসারে h ধনাত্মক হয়। অর্থাৎ কৈশিক নলে এক্ষেত্রে তরল ওপরে ওঠে।

আবার স্পর্শকোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ $90°$ এর চেয়ে বড়ো হলে $\cos\theta$ ঋণাত্মক হয়। ফলে (7.33) সমীকরণ অনুসারে h ও ঋণাত্মক হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে তরল নিচে নামে।

এ কারণেই কৈশিক নল পানিতে ডুবালে পানি নল বেয়ে ওপরে ওঠে এবং পারদে ডুবালে পারদ নল বেয়ে নিচে নেমে যায়।

৭.২৪। পৃষ্ঠটান সম্পর্কিত কয়েকটি ঘটনা
Some Phenomena Related to Surface Tension

১। পানির ওপর দিয়ে পোকামাকড় হাঁটা : অনেক সময় দেখা যায় যে, পানির ওপর দিয়ে মশা, মাছি বা অন্য কোনো পোকামাকড় হাঁটছে। এদের পা পানিতে ডুবে যাচ্ছে না। মনে হয় পানির ওপর যেন একটি পাতলা পর্দা রয়েছে এবং এ পর্দার ওপর দিয়ে পোকামাকড় চলাফেরা করছে। ভালো করে লক্ষ্য করলে বোঝা যায় যে, যেখানে পোকামাকড়ের পা পড়ছে, সেখানে পানির পৃষ্ঠ একটু অবনমিত হচ্ছে। এটা সম্ভব হয় পানির পৃষ্ঠটানের কারণে। পৃষ্ঠটানের দরুন পানি বা যেকোনো তরলের পৃষ্ঠ বা মুক্ততল টানা স্থিতিস্থাপক পর্দার মতো আচরণ করে এবং ক্ষেত্রফল সঙ্কুচিত হতে চায়।

২। সাবানের ফেনা : সাবান পানির পৃষ্ঠটান কমিয়ে দেয়। সাবানের দ্রবণের পৃষ্ঠটান পানির পৃষ্ঠটানের চেয়ে কম। সুতরাং এক ফোঁটা সাবানের দ্রবণ পানির ফোঁটার চেয়ে বেশি পৃষ্ঠতল বা ক্ষেত্র দখল করে। সুতরাং এটা কাপড়ের বেশি এলাকা ভিজিয়ে দেয়। সুতরাং সাবানের দ্রবণ কাপড়ের যেসব সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে প্রবেশ করে সেখানে পানি প্রবেশ করতে পারে না। ফলে সাবানের দ্রবণে কাপড় থেকে ময়লা বের করে আনতে পারে। সুতরাং সাবানের দ্রবণ পানির চেয়ে উত্তম উপায়ে কাপড় পরিষ্কার করতে পারে। সাবানের দ্রবণকে গরম করলে পানির পৃষ্ঠটান আরো কমে যায় ফলে কাপড় আরো বেশি পরিষ্কার হয়।

Educationblog24.com

৩। **গাছে পানির পরিবহণ :** উদ্ভিদ বা গাছের গোড়ায় পানি দিলে সে পানি গাছের ডালপালা ও পাতায় পৌছে যায়। এর কারণ হলো : পানির পৃষ্ঠটানের কারণে গাছের কাণ্ডে অসংখ্য কৈশিক নলের ভেতর দিয়ে পানি ওপরের দিকে ওঠে এবং গাছের ডালপালা ও পাতায় পৌছায়। এ প্রক্রিয়ায় অসমোসীয় (osmotic) চাপেরও আংশিক ভূমিকা থাকে।

৪। **তরলের পৃষ্ঠে সুই ভেসে থাকা :** পৃষ্ঠটান নিয়ে আলোচনার সময় আমরা বলেছি যে, কোনো সুইকে একটি টিস্যু পেপারের ওপরে রেখে পানির মুক্ততলে রাখলে টিস্যু পেপার ভিজে ডুবে যায় কিন্তু সুইটি ভাসতে থাকে। এর কারণ হলো- পানিতে যেখানে সুইটি রয়েছে তার নিচে পানির পৃষ্ঠ কিছুটা অবনমিত হচ্ছে। ফলে পৃষ্ঠের ঐ স্থানটা অনুভূমিক থাকে না বরং পৃষ্ঠটানের জন্য এ বল অবনমিত পানি পৃষ্ঠের সাথে তির্যকভাবে স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। পৃষ্ঠটানজনিত এ তির্যকভাবে ক্রিয়াশীল বলের উল্লম্ব উপাংশ সুই-এর ওজনকে প্রশমিত করে, ফলে সুইটি না ডুবে সাম্যাবস্থায় ভেসে থাকে।

৫। **ছাতার কাপড় :** ছাতার কাপড় বা তাবুর কাপড় বা রেইন কোটের কাপড়ে খুব সূক্ষ্ম ছিদ্র থাকে যার মধ্যদিয়ে বাতাস প্রবেশ করতে পারে কিন্তু বৃষ্টির পানির ফোঁটা প্রবেশ করতে পারে না— কাপড়ের ওপর দিয়ে গড়িয়ে পড়ে যায়।

৬। **পানি কচুপাতাকে ভেজায় না কিন্তু আমপাতাকে ভেজায় :** কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শকোণ অর্থাৎ 90° এর চেয়ে কম হলে তরল পদার্থ ঐ কঠিন পদার্থকে ভেজাবে। আর যদি স্পর্শকোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ 90°এর চেয়ে বেশি হয় তাহলে তরল পদার্থ কঠিন পদার্থকে ভেজাবে না। কচুপাতা ও পানির মধ্যকার স্পর্শকোণ 90°এর চেয়ে বেশি হওয়ায় পানি কচুপাতাকে ভেজাতে পারে না। পক্ষান্তরে আমপাতা ও পানির মধ্যকার স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হওয়ায় পানি আমপাতাকে ভেজায়।

৭। **কোনো পরিষ্কার কাচপৃষ্ঠে পানি ছড়িয়ে পড়ে, কিন্তু পারদ ফোঁটার আকার ধারণ করে :** আমরা জানি যে, পানির সাথে কাচের স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ ও পানির সাথে পারদের স্পর্শকোণ স্থূলকোণ। এ ঘটনা পৃষ্ঠটানের কারণেই ঘটে থাকে। কাচের সাথে স্পর্শকোণ θ এর মান স্থূলকোণে রাখার জন্য পারদকে ফোঁটার আকার ধারণ করতে হয় এবং কাচের সাথে স্পর্শকোণ সূক্ষ্ম করার জন্য পানিকে ছড়িয়ে পড়তে হয়।

৮। **অশান্ত সমুদ্রকে শান্ত করা :** তরলের পৃষ্ঠটান ধর্ম ব্যবহার করে অশান্ত সমুদ্রকে অনেকটা শান্ত করা যায়। সমুদ্রে খুব ঢেউ থাকলে অনেক সময় তেল ঢেলে দেয়া হয় শান্ত করার জন্য। বাতাস জোরে প্রবাহিত হওয়ার সময় পানির ওপর ভাসমান তেল ঢেউ-এর সাথে সামনের দিকে অগ্রসর হয় এবং পেছনে পরিষ্কার পানি থেকে যায়। পরিষ্কার পানির পৃষ্ঠটান তেল মিশ্রিত পানির চেয়ে বেশি হওয়ায় সামনের দিকের চেয়ে পেছনের দিকের পৃষ্ঠটান বেশি হয়। এ বর্ধিত পৃষ্ঠটান পেছনের দিকে বড়ো ঢেউ সৃষ্টিতে হঠাৎ বাধা দেয়, ফলে সমুদ্র শান্ত হয়ে যায়।

৯। **পানিতে কর্পূরের নাচন :** এক টুকরো কর্পূর পানিতে ছেড়ে দিলে টুকরোটি ইতস্তত বিক্ষিপ্তভাবে এদিক ওদিক নড়তে থাকে বা নাচতে শুরু করে। কর্পূর সাধারণত অনিয়মিত আকারের হয়ে থাকে। কর্পূর পানিতে ফেললে তা গলতে শুরু করে ফলে পানির পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়। অনিয়মিত আকৃতির কারণে কর্পূরের এক অংশ অন্য অংশের তুলনায় আগে দ্রবীভূত হয় ফলে একদিকের পানির পৃষ্ঠটান অন্যদিকের পানির পৃষ্ঠটানের চেয়ে কম হয়, ফলে কর্পূর খণ্ড কম পৃষ্ঠটানবিশিষ্ট পানি থেকে অপেক্ষাকৃত বেশি পৃষ্ঠটানের পানির দিকে সরে যেতে থাকে। তাতে করে মনে হয় কর্পূর খণ্ডটি যেন নাচতে শুরু করেছে।

Educationblog24.com

সার-সংক্ষেপ

আন্তঃআণবিক বল : পদার্থের অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে যে বল ক্রিয়া করে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে।

স্থিতিস্থাপকতা : বাইরে থেকে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের ফলে বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

স্থিতিস্থাপক সীমা : যে মানের বল পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণস্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু : বাহ্যিক বল অপসারিত হলে যদি বিকৃত বস্তু ঠিক আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাহলে ঐ বস্তুকে পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

নমনীয় বস্তু : কোনো বস্তুর ওপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে তাকে বিকৃত করলে যদি বল অপসারণের পর বস্তুটি ঐ বিকৃত অবস্থা পুরোপুরি বজায় রাখে তাহলে বস্তুটিকে নমনীয় বস্তু বা পূর্ণপ্লাস্টিক বস্তু বলে।

পূর্ণদৃঢ়বস্তু : বাইরে থেকে যেকোনো পরিমাণ বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর যদি আকারের কোনো পরিবর্তন না ঘটে

তাহলে বস্তুটিকে পূর্ণদৃঢ়বস্তু বলা হয়।

বিকৃতি : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।

পীড়ন : বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে এ বলকে বাধাদানকারী একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলের মানকে পীড়ন বলে।

অসহ বল : সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ বল বলে।

অসহ পীড়ন : প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাতকে ঐ বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

ইয়ং গুণাঙ্ক : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক বলে।

$$Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$$

আয়তন গুণাঙ্ক : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক বলে।

$$B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{FV}{Av} = \frac{pV}{v}$$

দৃঢ়তার গুণাঙ্ক : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ব্যবর্তন পীড়ন ও ব্যবর্তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বলে।

$$n = \frac{\text{ব্যবর্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবর্তন বিকৃতি}} = \frac{F}{A\theta}$$

পয়সনের অনুপাত : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

$$\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{dL}{Dl} = -\frac{\Delta r\, L_0}{r\, \Delta L}$$

ধারারেখ প্রবাহ বা স্রোতরেখা প্রবাহ : প্রবাহিত হওয়ার সময় তরল পদার্থের সকল কণা যদি একই বেগ নিয়ে এর অগ্রবর্তী কণার পথ অনুসরণ করে তাহলে সে প্রবাহকে ধারারেখ প্রবাহ বলে।

সান্দ্রতা : যে ধর্মের দরুন কোনো প্রবাহী এর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

সান্দ্রতা সহগ : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক বজায় রাখতে (অর্থাৎ একক দূরত্বে অবস্থিত দুটি স্তরের মধ্যে একক আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে) প্রবাহী স্তরের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা সহগ বলে।

পৃষ্ঠটান : কোনো তরল পৃষ্ঠের ওপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

সংসক্তি বল : একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে সংসক্তি বল বলা হয়।

আসঞ্জন বল : বিভিন্ন পদার্থের অণুর ভেতর পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলা হয়।

পৃষ্ঠশক্তি : সমোষ্ণ অবস্থায় কোনো তরলের মুক্ত তলের একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির জন্য সম্পন্ন কাজের পরিমাণ তথা মুক্ত তলের একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভবশক্তিকেই পৃষ্ঠশক্তি বলে।

স্পর্শকোণ : কঠিন ও তরলের স্পর্শবিন্দু থেকে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন পদার্থের সাথে তরলের ভেতরে যে

Educationblog24.com
pathshala Academic & Admission We Rise By Lifting Others

কোণ উৎপন্ন করে তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শকোণ বলে।

কৈশিক নল ও কৈশিকতা : অতিসূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল বলে। কৈশিক নলে তরলের উর্ধ্বারোহণ বা অধিক্ষেপ এবং তরলের অবনমন বা অবক্ষেপকে কৈশিকতা বলে।

জুরিনের সূত্র : কৈশিক নলে কোনো তরলের অধিক্ষেপ বা অবক্ষেপ নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক। একে জুরিনের সূত্র বলে।

সমস্যা সমাধানের প্রয়োজনীয় সমীকরণসমূহ

ক্রমিক নং	সমীকরণ নং	সমীকরণ	অনুচ্ছেদ
১	7.8	$Y = \frac{FL}{Al}$	৭.৯
২	7.9	$Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$	৭.৯
৩	7.11	$B = \frac{pV}{v}$	৭.৯
৪	7.12	$n = \frac{F}{A\theta}$	৭.৯
৫	7.13	$\sigma = \frac{dL}{Dl}$	৭.১০
৬	7.14	$\sigma = -\frac{\Delta r}{r}\frac{L_0}{\Delta L}$	৭.১০
৭	7.16	$W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$	৭.১১
৮	7.17	$U = \frac{1}{2}\frac{Yl^2}{L^2}$	৭.১১
৯	7.19	$F = \eta A \frac{dv}{dy}$	৭.১৬
১০	7.22	$F = 6\pi r \eta v$	৭.১৭
১১	7.23	$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$	৭.১৮
১২	7.25	$T = \frac{F}{l}$	৭.২০
১৩	7.27	$W = \Delta A T$	৭.২২
১৪	7.28	$W = 4\pi(Nr^2 - R^2)T$	৭.২২
১৫	7.32	$T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta}$	৭.২৩
১৬	7.34	$T = \frac{rh\rho g}{2}$	৭.২৩

Educationblog24.com
pathshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

গাণিতিক উদাহরণ

ক গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১–৭.৯, ৭.১১–৭.১২ : স্থিতিস্থাপকতা]

৭ক ১। 1 m দৈর্ঘ্য এবং 5×10^{-4} m ব্যাসবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে 19.6 N বল প্রয়োগ করলে এটি বৃদ্ধি পেয়ে 1.02 m হয়। তারের ইয়ং গুণাঙ্ক বের করো।

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{FL}{\pi r^2 l}$$

$$= \frac{19.6\ \text{N} \times 1\ \text{m}}{\pi \times (2.5 \times 10^{-4}\ \text{m})^2 \times 0.02\ \text{m}}$$

$$= 4.99 \times 10^9\ \text{N m}^{-2}$$

উ: 4.99×10^9 N m^{-2}

এখানে,
তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 1.02$ m $- 1$ m $= 0.02$ m
বল, $F = 19.6$ N
তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{5 \times 10^{-4}\ \text{m}}{2} = 2.5 \times 10^{-4}$ m
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = ?$

৭ক ২। 1 m দৈর্ঘ্য 1 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি করতে হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}। [দি. বো. ২০১৬]

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

$$F = \frac{YAl}{L}$$

$$= \frac{2 \times 10^{11}\ \text{N m}^{-2} \times 10^{-6}\ \text{m}^2 \times 1\ \text{m}}{1\ \text{m} \times 10}$$

$$= 2 \times 10^4\ \text{N}$$

উ: 2×10^4 N

এখানে,
ধরি, তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 10\%\ L = \frac{10\ L}{100} = \frac{1\ \text{m}}{10}$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1$ mm$^2 = 10^{-6}$ m^2
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}
বল, $F = ?$

৭ক ৩। একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2। তারটির প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় করো। [$Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}]

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

$$\therefore l = \frac{FL}{AY}$$

$$= \frac{20\ \text{N} \times 2\ \text{m}}{10^{-6}\ \text{m}^2 \times 2 \times 10^{11}\ \text{N m}^{-2}}$$

$$= 2 \times 10^{-4}\ \text{m}$$

উ: 2×10^{-4} m

এখানে,
তারটির আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2$ m
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = ?$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1$ mm$^2 = 10^{-6}$ m^2
প্রযুক্ত বল, $F = 20$ N
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}

৭ক ৪। রতন 0.1 kg ভরের একটি বস্তুকে 0.50 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তারে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘোরাচ্ছে এবং ধারণা করলো ঘূর্ণন সংখ্যা 600 rpm, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 এবং অসহ পীড়ন 4.8×10^7 N m^{-2}। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}।

(ক) উদ্দীপকে উল্লেখিত তারটিকে বস্তু সমেত ঝুলিয়ে দেওয়া হলে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় করো।

(খ) রতনের ঘূর্ণন সংখ্যার ধারণার সত্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [কু. বো. ২০১৬]

(ক) আমরা জানি,

$$\therefore Y = \frac{MgL}{Al}$$

$$\therefore l = \frac{MgL}{AY}$$

$$= \frac{0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.5 \text{ m}}{10^{-6} \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}}$$

$$= 2.45 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 2.45 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

এখানে,
তারের দৈর্ঘ্য, $L = 0.50$ m
বস্তুর ভর, $m = 0.1$ kg
তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 10^{-6}$ m^2
অসহ পীড়ন, $\frac{F}{A} = 4.8 \times 10^7$ N m^{-2}
$\therefore$ অসহ বল, $F = 4.8 \times 10^7$ N m$^{-2} \times 10^{-6}$ m^2 $= 48$ N
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = ?$
কৌণিক বেগ, $\omega = ?$

(খ) আবার,

কেন্দ্রমুখী বল, $F = m\omega^2 r$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{F}{mr}} = \sqrt{\frac{48 \text{ N}}{0.1 \text{ kg} \times 0.50 \text{ m}}} = 30.98 \text{ rad s}^{-1} = \frac{30.98}{2\pi} \text{ rev} \times (60) \text{ min}^{-1}$$

$$= 295.87 \text{ rev min}^{-1} \cong 296 \text{ rpm}$$

উ : (ক) 2.45×10^{-3} mm ; (খ) 296 rpm অর্থাৎ রতনের প্রাপ্ত ঘূর্ণন সংখ্যা তার ধারণার চেয়ে কম। সুতরাং তার ধারণা সঠিক ছিল না।

৭ক ৫। সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 1 mm, 2 mm এবং 3 mm। তার তিনটিতে সমান বল 5×10^3 N প্রয়োগের ফলে এদের দৈর্ঘ্যর বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো।

(ক) প্রথম তারটির একক আয়তনে স্থিতিস্থাপক শক্তি নির্ণয় করো।

(খ) উদ্দীপকে কোন তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা সবচেয়ে বেশি ? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। [ঢা. বো. ২০১৬]

(ক) আমরা জানি,

একক আয়তনে স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}\frac{Yl^2}{L^2}$

আবার, ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{\pi r^2 l}$

$$Y_1 = \frac{5 \times 10^3 \text{ N} \times L \times 20}{3\pi \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times L}$$

$$= 1.27 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$$

এখানে
প্রথম তারের ব্যাস, $d_1 = 1$mm
$\therefore$ প্রথম তারের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.5 \times 10^{-3}$ m
তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = L_2 = L_3 = L$
প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = \frac{L}{20}$
প্রযুক্ত বল, $F = 5 \times 10^3$ N

$\therefore U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{1.27 \times 10^{11} N\ m^{-2} \times (L/20)^2}{L^2}$

$= 1.589 \times 10^8 J\ m^{-3}$

প্রথম তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_1 = ?$
সঞ্চিত শক্তি, $U_1 = ?$

(খ) যে তার বেশি স্থিতিস্থাপক অর্থাৎ যে তারের উপাদানের স্থিতিস্থাপকতার গুণাঙ্ক বেশি সে তারে স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি হবে।

$Y_2 = \frac{FL}{\pi r_2^2 l_2}$

$= \frac{5 \times 10^3 N \times L \times 50}{\pi \times (1 \times 10^{-3} m)^2 \times L}$

$= 7.96 \times 10^{10} N\ m^{-2}$

$Y_3 = \frac{FL}{\pi r_3^2 l_3}$

$= \frac{5 \times 10^3 N \times L \times 100}{\pi \times (1.5 \times 10^{-3} m)^2 \times L}$

$= 7.08 \times 10^{10} N\ m^{-2}$

দ্বিতীয় তারের ব্যাস, $d_2 = 2$ mm
দ্বিতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r_2 = 1 \times 10^{-3}$ m
দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = \frac{L}{50}$
তৃতীয় তারের ব্যাস, $d_3 = 3$ mm
তৃতীয় তারের ব্যাসার্ধ, $r_3 = 1.5 \times 10^{-3}$ m
তৃতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_3 = \frac{L}{100}$
দ্বিতীয় তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_2 = ?$
তৃতীয় তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_3 = ?$

$\because Y_1 > Y_2 > Y_3$

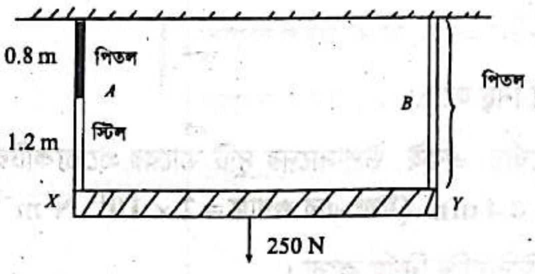
সুতরাং প্রথম তারের স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি।

উ: (ক) $1.59 \times 10^8 J\ m^{-3}$; (খ) প্রথম তারের স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি।

৭ক ৬। একটি 250 N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2.5×10^{-7} m^2। B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}, A তারের 0.8 m পিতলের বাকি 1.2 m স্টিলের।

স্টিলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক = 2×10^{11} Pa

পিতলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক = 1×10^{11} Pa



(ক) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করো।

(খ) বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে ? যাচাই করো। [য. বো. ২০১৭]

(ক) আমরা জানি, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি

$U = \frac{1}{2} Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2$

$= \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2} \times (2.5 \times 10^{-4})^2$

$= 3125\ J$

এখানে,

B তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2.5 \times 10^{-7}\ m^2$

B তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 1 \times 10^{11}\ Pa$
$= 1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$

B তারের বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 2.5 \times 10^{-4}$

B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = ?$

(খ) আমরা জানি, $Y_1 = \frac{F L_1}{A l_1}$

বা, $l_1 = \frac{F L_1}{A Y_1}$

$= \frac{250\ N \times 0.8\ m}{2.5 \times 10^{-7}\ m^2 \times 1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}}$

$= 8 \times 10^{-3}\ m$

আবার, $l_1 = \frac{F L_2}{A Y_2}$

$= \frac{250\ N \times 1.2\ m}{2.5 \times 10^{-7}\ m^2 \times 2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}}$

$= 6 \times 10^{-3}\ m$

$\therefore$ A তারের মোট দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_A = l_1 + l_2$

$= 8 \times 10^{-3}\ m + 6 \times 10^{-3}\ m$

$= 14 \times 10^{-3}\ m$

এখানে,

প্রত্যেক তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2.5 \times 10^{-7}\ m^{-2}$

বল, $F = 250\ N$

B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 2.5 \times 10^{-4}$

A তারের পিতল অংশের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 0.8\ m$

A তারের স্টিলের অংশের দৈর্ঘ্য, $L_2 = 1.2\ m$

পিতলের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_1 = 1 \times 10^{11}\ Pa$
$= 1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$

স্টিলের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_2 = 2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$

B তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2\ m$

A তারের পিতল অংশের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = ?$

A তারের স্টিলের অংশের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = ?$

B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l_B হলে,

$l_B = \frac{F L}{A Y_2}$

$= \frac{250\ N \times 2\ m}{2.5 \times 10^{-7}\ m^2 \times 1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}} = 20 \times 10^{-3}\ m$

এখানে, $l_B > l_A$

$\therefore$ বারের Y প্রান্ত বেশি নিচু হবে।

উ: (ক) 3125 J; (খ) Y প্রান্ত বেশি নিচু হবে।

৭ক ৭। দৃঢ় অবলম্বন হতে 1 m দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের দুটি তারের প্রত্যেকটির মুক্তপ্রান্তে 0.05 kg ভর ঝুলানো হলো। তারগুলোর ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 4 mm (ইয়ং-এর গুণাঙ্ক = $2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$)।

(ক) প্রথম তারটির একক আয়তনে স্থিতিশক্তি নির্ণয় করো।

(খ) ভরসহ প্রত্যেকটি ঝুলানো তার সরল দোলকের ন্যায় আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলছে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা করো। [অভিন্ন প্রশ্ন (ক সেট) ২০১৮]

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

(ক) আমরা জানি,

স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}\frac{Y l^2}{L^2}$

আবার, তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$l = \frac{F L}{\pi r^2 Y}$

$= \frac{0.49 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{\pi \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}}$

$= 7.8 \times 10^{-7}$ m

$\therefore U = \frac{\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times (7.8 \times 10^{-7} \text{ m})^2}{(1 \text{ m})^2}$

$= 0.06084$ J

এখানে,

তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m

প্রযুক্ত বল, $F = m g = 0.05 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$
$= 0.49$ N

তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{2 \text{ mm}}{2} = 1 \times 10^{-3}$ m

(খ) 'ক' অংশ থেকে প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি

$l_1 = 7.8 \times 10^{-7}$ m

দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$l_2 = \frac{F L}{\pi r^2 Y} = \frac{0.49 \times 1 \text{ m}}{\pi \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}}$

$= 1.95 \times 10^{-7}$ m

এখানে,

$F = 0.49$ N

$L = 1$ m

$r = 2 \times 10^{-3}$ m

$Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}

$l_2 = ?$

এখানে, $l_1 > l_2$

আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল, T দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক অর্থাৎ $T \propto \sqrt{L}$।

সুতরাং যে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য বেশি তার দোলনকাল বেশি হবে অর্থাৎ সেটি ধীরে চলবে। যেহেতু প্রথম তারের দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি দ্বিতীয় তারের চেয়ে বেশি হচ্ছে। সুতরাং তার দুটি দোলকের ন্যায় আচরণ কালে প্রথম তারটি ধীরে চলবে।

উ: (ক) 0.06084 J; (খ) প্রথম তারটি ধীরে চলবে।

৭ক ৮। 2 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারকে টেনে 0.1 mm প্রসারিত করা হলো। যদি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2} হয়, তবে তারটি প্রসারিত করতে কাজের পরিমাণ কী হবে?

আমরা জানি,

$W = \frac{1}{2}\frac{Y A l^2}{L}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times (10^{-4} \text{ m})^2}{2 \text{ m}}$

$= 5 \times 10^{-4}$ J

উ: 5×10^{-4} J

এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2$ m

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 0.1 \text{ mm} = 10^{-4}$ m

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ mm}^2$
$= 10^{-6} \text{ m}^2$

ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}

কাজ, $W = ?$

৭ক ৯। **2 m দীর্ঘ এবং 1 mm ব্যাসবিশিষ্ট তারকে 10 N ভার প্রয়োগে টানা হলো। কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় করো।** $Y = 2 \times 10^{11}$ **N m**$^{-2}$ **।**

আমরা জানি,

$$W = \frac{1}{2}\frac{Y\pi r^2 l^2}{L}$$

আবার আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{\pi r^2 l}$$

বা, $l = \frac{FL}{\pi r^2 Y}$

এখানে,
তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2$ m
তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \times 10^{-3}$ m
বল, $F = 10$ N
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}
কৃতকাজ, $W = ?$

$$= \frac{10 \text{ N} \times 2 \text{ m}}{\pi \times (0.5 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \times 2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}} = 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\therefore W = \frac{1}{2} \times \frac{2 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2} \times \pi \times (0.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (1.27 \times 10^{-4} \text{ m})^2}{2 \text{ m}}$$

বা, $W = 6.33 \times 10^{-4}$ J

উ: 6.33×10^{-4} J

৭ক ১০। **2 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তার 20° তাপমাত্রায় দুটি বিন্দুর মধ্যে টান টান অবস্থায় রাখা আছে। যদি তাপমাত্রা 10°C এ নেমে আসে তাহলে তারটির মধ্যে কত টেনশন (বল) তৈরি হবে বের করো। (ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি গুণাঙ্ক = 1.1 × 10**$^{-5}$**/°C এবং তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক = 2.1 × 10**^{11} **N m**$^{-2}$**)**

আমরা জানি,

তারের আদি দৈর্ঘ্য L, দৈর্ঘ্য পরিবর্তন l হলে, $\alpha = \frac{l}{L\,\Delta\theta}$

$$\therefore l = L\,\alpha\,\Delta\theta$$

আবার আমরা জানি, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A হলে

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

বা, $F = \frac{YAl}{L} = \frac{Y\pi r^2 l}{L}$

$$= \frac{Y\pi r^2 L\,\alpha\,\Delta\theta}{L}$$

$$= Y\pi r^2\,\alpha\,\Delta\theta$$

$$= 2.1 \times 10^{11} \text{N m}^{-2} \times \pi \times (10^{-3} \text{ m})^2 \times 1.1 \times 10^{-5}\text{°C}^{-1} \times 10\text{°C}$$

$$= 72.53 \text{ N}$$

এখানে,
তারের ব্যাস, $d = 2$ mm
তারের ব্যাসার্ধ, $r = 1$ mm $= 10^{-3}$ m
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 20$ °C $-$ 10°C $= 10$ °C
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি গুণাঙ্ক = দৈর্ঘ্য প্রসারাঙ্ক,
$\alpha = 1.1 \times 10^{-5}$/ °C
ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2.1 \times 10^{11}$ N m^{-2}
বল, $F = ?$

উ: 72.53 N

Educationblog24.com

৭ক ১১। 2×10^8 N m^{-2} **চাপে সীসার ঘনত্ব কত হবে ?**
[সীসার স্বাভাবিক ঘনত্ব ρ =11.4 g cm^{-3} এবং সীসার আয়তন গুণাঙ্ক 0.80×10^{10} N m^{-2}]

আমরা জানি,

আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{Vp}{v}$

বা, $\frac{V}{v} = \frac{B}{p}$

$= \frac{0.80 \times 10^{10} \text{ N m}^{-2}}{2 \times 10^8 \text{ N m}^{-2}} = 40 \quad \therefore v = \frac{V}{40}$

এখানে,
আয়তন গুণাঙ্ক, $B = 0.80 \times 10^{10}$ N m^{-2}
চাপ, $p = 2 \times 10^8$ N m^{-2}
ঘনত্ব, $\rho = 11.4$ g $cm^{-3} = 11.4 \times 10^3$ kg m^{-3}

ধরা যাক, চাপ প্রয়োগের ফলে সীসার নতুন আয়তন হলো V' এবং নতুন ঘনত্ব হলো ρ'
চাপ প্রদানের পূর্বে সীসার ভর = চাপ প্রদানের পর সীসার ভর

$V\rho = V'\rho'$ বা, $\rho' = \frac{V\rho}{V'}$

কিন্তু $V' = V - v = V - \frac{V}{40} = \frac{39V}{40}$

সুতরাং $\rho' = \frac{V\rho}{\frac{39}{40}V}$ বা, $\rho' = \frac{40\rho}{39}$

$\therefore \rho' = \frac{40 \times 11.4 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}}{39} = 11.692 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

উ: 11.692×10^3 kg m^{-3}

৭ক ১২। **একটি অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের (cube) প্রতি বাহুর (side) দৈর্ঘ্য 10 cm। এর ওপর 100 N ব্যবর্তন বল প্রযুক্ত হলো। ঘনকের ওপরের পৃষ্ঠ নিচের পৃষ্ঠের সাপেক্ষে 0.01 cm সরে গেলো। ব্যবর্তন পীড়ন, ব্যবর্তন বিকার ও ব্যবর্তন গুণাঙ্ক বের করো।**

আমরা জানি,

ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{\text{প্রযুক্ত বল}}{\text{পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল}}$

$= \frac{F}{A} = \frac{100 \text{ N}}{10^{-2} \text{ m}^2}$

$= 10^4$ N m^{-2}

ব্যবর্তন বিকার, $\theta = \frac{\text{সরণ}}{\text{ঘনকের বাহু}} = \frac{x}{L}$

$= \frac{0.01 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.1} = 1 \times 10^{-3}$

$\therefore$ ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $n = \frac{\text{ব্যবর্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবর্তন বিকার}}$

$\therefore n = \frac{10^4 \text{ N m}^{-2}}{10^{-3}} = 10^7 \text{ N m}^{-2}$

উ: 10^4 N m^{-2}; 1×10^{-3}; 10^7 N m^{-2}

এখানে
বল, $F = 100$ N
দৈর্ঘ্য, $L = 10$ cm = 0.1 m
ক্ষেত্রফল, $A = L \times L = 0.1 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$
$= 10^{-2}$ m^2
সরণ, $x = 0.01$ cm
$= 0.01 \times 10^{-2}$ m
ব্যবর্তন পীড়ন = ?
ব্যবর্তন বিকার, θ = ?
ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, n = ?

Educationblog24.com

৭ক ১৩। 10 m দীর্ঘ ও 0.1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের একটি তামার তারের দু প্রান্ত দুটি দৃঢ় অবলম্বনে শক্তভাবে আবদ্ধ আছে। তারটির তাপমাত্রা 10° C হ্রাস করলে এতে কী পরিমাণ টানা বল সৃষ্টি হবে ?

তামার ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 2.5 \times 10^{11}$ N m^{-2} এবং তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\alpha = 2 \times 10^{-5}$ °C^{-1}।

আমরা জানি, তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য তারে উদ্ভূত বলের পরিমাণ,

$$F = YA\ \alpha \Delta\theta$$

$$\therefore F = 2.5 \times 10^{11} Nm^{-2} \times 0.1 \times 10^{-4}\ m^2 \times 2 \times 10^{-5}\ C^{-1} \times 10°C$$

$$= 500\ N$$

উঃ 500 N

এখানে,

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2.5 \times 10^{11}$ N m^{-2}

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 0.1 \times 10^{-4}\ m^2$

তাপমাত্রা হ্রাস, $\Delta\theta = 10°$ C

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক, $\alpha = 2 \times 10^{-5}$ °C^{-1}

উদ্ভূত বল, $F = ?$

খ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১০ : পয়সনের অনুপাত]

৭খ ১। 2 m দীর্ঘ ও 1 mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.05 cm হলে তারটির ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে ? (পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.25$)।

আমরা জানি,

$$\sigma = \frac{dL}{Dl} \quad \therefore d = \frac{\sigma D l}{L}$$

$$= \frac{0.25 \times 1 \times 10^{-3}\ m \times 0.05 \times 10^{-2}\ m}{2\ m}$$

$$= 6.25 \times 10^{-8}\ m$$

উঃ 6.25×10^{-8} m.

এখানে,

তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2$ m

তারের আদি ব্যাস, $D = 1$ mm $= 1 \times 10^{-3}$ m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 0.05$ cm $= 0.05 \times 10^{-2}$ m

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.25$

ব্যাসের হ্রাস, $d = ?$

৭খ ২। দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির তিন গুণ হয়। প্রথম তারের পয়সনের অনুপাত 0.5।

(ক) যখন প্রথম তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি করা হয় তখন এর ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে ?

(খ) উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক ? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার মতামত ব্যক্ত করো। [ঢা. বো. ২০১৫]

(ক) আমরা জানি,

$$\sigma = \frac{d_1 L}{D\ l}$$

$$\therefore d_1 = \frac{\sigma_1 D_1 l_1}{L} = \frac{0.5 \times 2 \times 10^{-3}\ m \times L}{L \times 10}$$

$$= 1 \times 10^{-4}\ m$$

$$\therefore r_1 = \frac{1 \times 10^{-4}\ m}{2} = 5 \times 10^{-5}\ m$$

এখানে,

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = L$

প্রথম তারের ব্যাস, $D_1 = 2$ mm $= 2 \times 10^{-3}$ m

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = \frac{L}{10}$

প্রথম তারের পয়সনের অনুপাত, $\sigma_1 = 0.5$

প্রথম তারের ব্যাস হ্রাস d_1

প্রথম তারের ব্যাসার্ধ হ্রাস, $r_1 = \frac{d_1}{2} = ?$

Educationblog24.com

(খ) আমরা জানি, তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক

$$Y = \frac{F\,L}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 l}$$

প্রথম তারের ক্ষেত্রে, ইয়ং গুণাঙ্ক

$$Y_1 = \frac{F\,L}{\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 l_1} = \frac{4\,F\,L}{\pi\,D_1^2 \times 3l}$$

দ্বিতীয় তারের ক্ষেত্রে, ইয়ং গুণাঙ্ক

$$Y_2 = \frac{F\,L}{\pi\left(\frac{D_2}{2}\right)^2 l_2} = \frac{4\,F\,L}{\pi\,D_2^2 \times l}$$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{4\,F \times L}{\pi D_1^2 \times 3\,L} \times \frac{\pi\,D_2^2\,l}{4\,F \times L}$$

$$= \frac{D_2^2}{3\,D_1^2} = \frac{(5 \times 10^{-3}\,m)^2}{3 \times (2 \times 10^{-3}\,m)^2} = 2.08$$

বা, $Y_1 = 2.08\,Y_2$

$\because$ Y_1, Y_2 এর চেয়ে বড়ো। সুতরাং প্রথম তারটি দ্বিতীয় তারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক।

এখানে,
তারের দৈর্ঘ্য, $L_1 = L_2 = L$
প্রথম তারের ব্যাস, $D_1 = 2\ mm = 2 \times 10^{-3}\ m$
দ্বিতীয় তারের ব্যাস, $D_2 = 5\ mm = 5 \times 10^{-3}\ m$
উভয় তারের প্রযুক্ত বল, $= F$
দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = l$
প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = 3\,l$

উ: (ক) 5×10^{-5} m ; (খ) প্রথম তার বেশি স্থিতিস্থাপক।

৭খ ৩। ইস্পাতের আয়তন গুণাঙ্ক 17×10^{10} N m^{-2} এবং পয়সনের অনুপাত 0.31 হলে, ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

আমরা জানি,

$$Y = 3\,B\,(1 - 2\,\sigma)$$
$$= 3 \times 17 \times 10^{10}\ N\,m^{-2} \times (1 - 2 \times 0.31)$$
$$= 1.9 \times 10^{11}\ N\,m^{-2}$$

এখানে,
আয়তন গুণাঙ্ক, $B = 17 \times 10^{10}$ N m^{-2}
পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.31$
ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = ?$

উ: 1.9×10^{11} N m^{-2}

৭খ ৪। পিতলের ইয়ং গুণাঙ্ক 10×10^{10} N m^{-2} এবং এর দৃঢ়তার গুণাঙ্ক 3.5×10^{10} N m^{-2} হলে পিতলের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো।

আমরা জানি,

$$Y = 2\,n\,(1 + \sigma)$$

$$\therefore \sigma = \frac{Y}{2\,n} - 1$$
$$= \frac{10 \times 10^{10}}{2 \times 3.7 \times 10^{-10}} - 1$$
$$= 0.35$$

এখানে,
পিতলের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 10 \times 10^{10}$ N m^{-2}
পিতলের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $n = 3.5 \times 10^{10}$ N m^{-2}
পয়সনের অনুপাত, $\sigma = ?$

উ: 0.35

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

গ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১৩—৭.১৯: সান্দ্রতা]

৭গ ১। 200 mm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলক একটি তরলের মধ্যদিয়ে 2.1×10^{-2} m s^{-1} প্রান্ত বেগে পড়ছে। তরলের সান্দ্রতাঙ্ক 0.003 kg m^{-1}s^{-1}। তরলের সান্দ্র বল নির্ণয় করো।

আমরা জানি,

$F = 6\pi r \eta v$

$= 6 \times \pi \times 0.2 \text{ m} \times 0.003 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1} \times 2.1 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

$= 2.375 \times 10^{-4}$ N

উ: 2.375×10^{-4} N

এখানে,
ব্যাসার্ধ, $r = 200$ mm $= 0.2$ m
বেগ, $v = 2.1 \times 10^{-2}$ m s^{-1}
সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta = 0.003$ kg m^{-1} s^{-1}
সান্দ্র বল, $F = ?$

৭গ ২। রিমি পরীক্ষা করে দেখলো যে, 4 mm ব্যাসের একটি লোহার গোলক কেরোসিন তেলে 4×10^{-2} m s^{-1} প্রান্তবেগ নিয়ে পড়ে। রিমির ধারণা হলো কেরোসিন অপেক্ষা গ্লিসারিনে গোলকটির প্রান্তবেগ বেশি হবে। লোহার ঘনত্ব 7800 kg m^{-3}, কেরোসিনের ঘনত্ব 800 kg m^{-3}, গ্লিসারিনের ঘনত্ব 1250 kg m^{-3}, গ্লিসারিনের সান্দ্রতাঙ্ক 1.6 N m s^{-2}।

(ক) সান্দ্রবল নির্ণয় করো।

(খ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে রিমির ধারণা সঠিক কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। [সি. বো. ২০১৬]

(ক) আমরা জানি,

সান্দ্রবল, $F = 6\pi r \eta_1 v_1$

কেরোসিনের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta_1 = \dfrac{2r^2(\rho - \rho_1)g}{9v_1}$

$= \dfrac{2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7800 \text{ kg m}^{-3} - 800 \text{ kg m}^{-3}) \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}}$

$= 1.52$ N m s^{-2}

$\therefore$ কেরোসিনের সান্দ্রবল, $F = 6 \times \pi \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1.52 \text{ N m s}^{-2} \times 4 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$

$= 2.3 \times 10^{-3}$ N

এখানে,
গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = \dfrac{4 \text{ mm}}{2} = 2 \times 10^{-3}$ m
কেরোসিনে প্রান্তবেগ, $v_1 = 4 \times 10^{-2}$ m s^{-1}
কেরোসিনের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta_1 = ?$
লোহার ঘনত্ব, $\rho = 7800$ kg m^{-3}
কেরোসিনের ঘনত্ব, $\rho_1 = 800$ kg m^{-3}
সান্দ্রবল, $F = ?$

(খ) আমরা জানি,

গ্লিসারিনে প্রান্তবেগ, $v_2 = \dfrac{2r^2(\rho - \rho_2)g}{9\eta_2}$

$= \dfrac{2 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times (7800 \text{ kg m}^{-3} - 1250 \text{ kg m}^{-3}) \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{9 \times 1.6 \text{ N m s}^{-2}}$

$= 0.0356$ m s^{-1}

$= 3.56 \times 10^{-2}$ m s^{-1}

গ্লিসারিনের ঘনত্ব, $\rho_2 = 1250$ kg m^{-3}
গ্লিসারিনের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta_2 = 1.6$ N m s^{-2}
গ্লিসারিনে প্রান্তবেগ, $v_2 = ?$

গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, গ্লিসারিনে প্রান্তবেগ কেরোসিনে প্রান্তবেগের চেয়ে কম। সুতরাং রিমির ধারণা ভুল ছিল।

উ: (ক) 2.3×10^{-3} N ; (খ) রিমির ধারণা ভুল।

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

৭গ ৩। তমালিকা ভিন্ন ব্যাসের একই পদার্থের দুটি ধাতব গোলক তার্পিন তেলের মধ্যে ছেড়ে দিলো। গোলক দুটি প্রান্তিক বেগে তার্পিন তেলের তলায় গিয়ে পড়লো। বড়ো গোলকটি প্রান্তিক বেগে 3 সেকেন্ডে 21 cm পথ অতিক্রম করে। ধাতব পদার্থের ঘনত্ব 4×10^3 kg m^{-3}, তেলের ঘনত্ব 8.9×10^2 kg m^{-3} এবং বড়ো গোলকের ব্যাস 6 cm। [তার্পিন তেলের সান্দ্রতাঙ্ক 1.5×10^{-2} Pa s]।

(ক) প্রান্তিক বেগের সময় বড়ো গোলকটির প্রযুক্ত সান্দ্রবল নির্ণয় করো।

(খ) ছোটো গোলকের ব্যাসার্ধ 2 cm হলে, কোন গোলকটি আগে নিচে পতিত হবে ? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত দাও। [ব. বো. ২০১৬]

(ক) আমরা জানি,

সান্দ্রবল, $F = 6\pi r \eta v$

$F_1 = 6 \times \pi \times 3 \times 10^{-2}\,\text{m} \times 1.5 \times 10^{-2}\,\text{Pa s} \times 7 \times 10^{-2}\,\text{m s}^{-1}$

$= 5.93 \times 10^{-4}\,\text{N}$

এখানে,

বড়ো গোলকের ব্যাসার্ধ, $r_1 = \frac{6\text{ cm}}{2} = 3 \times 10^{-2}\,\text{m}$

বড়ো গোলকের প্রান্তিক বেগ, $v_1 = \frac{21\text{ cm}}{3\text{ s}} = 7\text{ cm s}^{-1}$

$= 7 \times 10^{-2}\,\text{m s}^{-1}$

তেলের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta = 1.5 \times 10^{-2}$ Pa s

সান্দ্রবল, $F_1 = ?$

(খ) তার্পিন তেলে যে গোলকের প্রান্তিক বেগ বেশি সেটি আগে নিচে পতিত হবে।

ছোটো গোলকের প্রান্তিক বেগ v_2 এবং ব্যাসার্ধ r_2 হলে,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$v_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} v_1$$

$$= \frac{(2 \times 10^{-2}\,\text{m})^2 \times 7 \times 10^{-2}\,\text{m s}^{-1}}{(3 \times 10^{-2}\,\text{m})^2}$$

$= 0.031\,\text{m s}^{-1} = 3.1\,\text{cm s}^{-1}$

এখানে,

$r_1 = 3 \times 10^{-2}\,\text{m}$

$r_2 = 2 \times 10^{-2}\,\text{m}$

$v_1 = 7 \times 10^{-2}\,\text{m s}^{-1}$

$v_2 = ?$

যেহেতু বড়ো গোলকের প্রান্তিক বেগ ছোটো গোলকের চেয়ে বেশি। সুতরাং বড়ো গোলকটি আগে নিচে পতিত হবে।

উ: (ক) 5.93×10^{-4} N ; (খ) বড়ো গোলক।

৭গ ৪। পানির ভেতর দিয়ে 10^{-5} m ব্যাসার্ধের একটি বায়ু বুদবুদ ওঠছে। পানির সান্দ্রতাঙ্ক 10^{-3} N s m^{-2} এবং ঘনত্ব 10^3 kg m^{-3}। পানির ঘনত্বের তুলনায় বায়ুর ঘনত্ব অগ্রাহ্য করে বুদবুদটির উর্ধ্বমুখী বেগ বের করো।

আমরা জানি, পানির মধ্যে বায়ু বুদবুদের উর্ধ্বমুখী বেগের জন্য,

সান্দ্র বল = উর্ধ্বমুখী লব্ধি বল

বা, F = অপসারিত পানির ওজন – বুদবুদের ওজন

$$6\pi \eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_a g$$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $r = 10^{-5}$ m

পানির ঘনত্ব, $\rho = 10^3$ kg m^{-3}

অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = 9.8$ m s^{-2}

Educationblog24.com

এমবিবিএস | বিডিএস | এএফএমসি | নার্সিং

$6\pi\eta r v = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$ [∵ বায়ুর ঘনত্ব, ρ_a নগণ্য]

সুতরাং $v = \frac{2r^2\rho g}{9\eta}$

$$v = \frac{2 \times (10^{-5}\text{ m})^2 \times 10^3\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2}}{9 \times 10^{-3}\text{ N s m}^{-2}}$$

$= 2.18 \times 10^{-4}\text{ m s}^{-1}$

উ: 2.18×10^{-4} m s^{-1}.

সান্দ্রতা সহগ, $\eta = 10^{-3}$ N s m^{-2}

ঊর্ধ্বমুখী বেগ, $v = ?$

৭গ ৫। পানির একটি ফোঁটা বায়ুর মধ্যদিয়ে পতিত হচ্ছে। ফোঁটাটির অন্ত্যবেগ 1.2×10^{-2} m s^{-1} এবং বায়ুর জন্য $\eta = 1.8 \times 10^{-5}$ N s m^{-2} হলে পানির ফোঁটাটির ব্যাস কত ?

আমরা জানি, ফোঁটার ব্যাসার্ধ r হলে,

$$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$$

বা, $r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2(\rho_s - \rho_f)g}}$

$$= \sqrt{\frac{9 \times 1.8 \times 10^{-5}\text{ N s m}^{-2} \times 1.2 \times 10^{-2}\text{ m s}^{-1}}{2(10^3\text{ kg m}^{-3} - 1.21\text{ kg m}^{-3}) \times 9.8\text{ m s}^{-2}}}$$

$= 9.97 \times 10^{-6}$ m

$\therefore d = 2r = 1.99 \times 10^{-5}$ m

উ: 1.99×10^{-5} m.

এখানে,

অন্ত্যবেগ, $v = 1.2 \times 10^{-2}$ m s^{-1}

সান্দ্রতা সহগ, $\eta = 1.8 \times 10^{-5}$ N s m^{-2}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ m s^{-2}

পানির ঘনত্ব, $\rho_s = 10^3$ kg m^{-3}

বায়ুর ঘনত্ব, $\rho_f = 1.21$ kg m^{-3}

ব্যাস, $d = ?$

৭ঘ ৬। $1m^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট এবং 8 mm পুরুত্বের স্টিল প্লেটের নিচের পৃষ্ঠ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে ওপরের পৃষ্ঠে বল প্রয়োগ করে ব্যবর্তন তৈরি করা হলো। স্টিলের ব্যবর্তন গুণাঙ্ক 8×10^{10} N m^{-2}।

(ক) উদ্দীপকে উল্লিখিত প্লেটের ব্যবর্তন বিকৃতি 0.3 হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে ?

(খ) প্লেটকে 8.5 N s m^{-2} সান্দ্রতার সহগের তরলের 2 mm পুরু স্তরের ওপর স্থাপন করে 500 m s^{-1} বেগে গতিশীল করতে সমান বল প্রয়োগ করতে হবে কি ? মতামত দাও। [ব. বো. ২০১৭]

(ক) আমরা জানি,

$n = \frac{F}{A\theta}$

$\therefore F = nA\theta$

$= 8 \times 10^{10}$ N $m^{-2} \times 1m^2 \times 0.3$

$= 2.4 \times 10^{10}$ N

এখানে,

স্টিল প্লেটের ক্ষেত্রফল, $A = 1$ m^2

ব্যবর্তন বিকৃতি, $\theta = 0.3$

ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $n = 8 \times 10^{10}$ N m^{-2}

প্রযুক্ত বল, $F = ?$

Educationblog24.com
pathshala
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

(খ) আমরা জানি,

$$F = \eta A \frac{dv}{dy}$$

$$= 8.5 \text{ N s m}^{-2} \times 1 \text{ m}^2 \times 2.5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

$$= 2.125 \times 10^6 \text{ N}$$

এখানে,

স্টিল প্লেটের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ m}^2$

তরলের সান্দ্রতা সহগ, $\eta = 8.5 \text{ N s m}^{-2}$

বেগের নতি, $\frac{dv}{dy} = \frac{500 \text{ m s}^{-1}}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$

বল, $F = ?$

অতএব প্লেটটিকে গতিশীল করতে সমান বল প্রয়োগ করতে হবে না।

উ: (ক) 2.4×10^{10} N; (খ) 2.125×10^6 N বল প্রয়োগ করতে হবে অর্থাৎ সমান বল প্রয়োগ করতে হবে না।

ঘ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.২০–৭.২৪ : পৃষ্ঠটান]

৭ঘ ১। পানির উপরিতলে আলতোভাবে রাখা 3 cm দীর্ঘ একটি সুইকে টেনে তুলতে সর্বাধিক যে বলের প্রয়োজন হয় তা নির্ণয় করো। পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}।

যেহেতু সুইটির দু পাশেই পানি আছে সুতরাং দু পাশেই পৃষ্ঠটানের জন্য বল প্রযুক্ত হয়।

$\therefore$ মোট বল, $F = T \times l + T \times l = 2Tl$

$$= 2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1} \times 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 4.32 \times 10^{-3} \text{ N}$$

এখানে,

সুইয়ের দৈর্ঘ্য, $l = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2}$ m

পানির পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$

বল, $F = ?$

উ: 4.32×10^{-3} N

৭ঘ ২। একটি তারের ওজন নগণ্য ধরে একে 25°C তাপমাত্রার পানির উপরিতল থেকে 0.5 m লম্বা একটি অনুভূমিক তারকে টেনে তুলতে তারের ওজনসহ সর্বাধিক 72.8×10^{-3} N বলের প্রয়োজন হয়। পানির পৃষ্ঠটান কত? [য. বো. ২০১৬]

যেহেতু তারটির দু পাশেই পানি আছে, সুতরাং দু পাশেই পৃষ্ঠটানের জন্য বল প্রযুক্ত হয়, ফলে তারের মোট $2l$ দৈর্ঘ্যের ওপর বল ক্রিয়া করে।

$$\therefore T = \frac{F}{2l} = \frac{72.8 \times 10^{-3} \text{ N}}{2 \times 0.5 \text{ m}}$$

$$= 72.8 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

উ: 72.8×10^{-3} N m^{-1}

Educationblog24.com

৭ঘ ৩। 2 mm ব্যাসের একটি পানির গোলককে ভেঙে দশ লক্ষ সমআয়তন ক্ষুদ্র ফোঁটা তৈরি করলে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হবে? [পানির পৃষ্ঠটান = 72×10^{-3} N m^{-1}]

আমরা জানি, ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA হলে,

$W = \Delta A\, T$

$= 4\pi (N r^2 - R^2)\, T$

এখন, সকল ক্ষুদ্র ফোঁটার মিলিত আয়তন = বড়ো ফোঁটার আয়তন

$10^6 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\therefore R = 10^2 r$

$\therefore r = \frac{R}{100} = \frac{10^{-3}\text{ m}}{100} = 10^{-5}$ m

$\therefore W = 4 \times \pi \times [10^6 \times (10^{-5}\text{ m})^2 - (10^{-3}\text{ m})^2] \times 72 \times 10^{-3}$ N m^{-1}

$= 8.95 \times 10^{-5}$ J

উ: 8.95×10^{-5} J.

এখানে,
বড়ো ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $R = 10^{-3}$ m
এবং ছোটো ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = ?$
পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3}$ N m^{-1}
সম্পাদিত কাজ, $W = ?$
ফোঁটার সংখ্যা, $N = 10^6$

৭ঘ ৪। একটি সাবানের বুদ্‌বুদের ব্যাসার্ধ 0.01 m থেকে বাড়িয়ে 0.1 m করা হয়। এ প্রক্রিয়ায় কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হলো? (সাবান দ্রবণের পৃষ্ঠটান = 26×10^{-3} N m^{-1})

আমরা জানি, ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA হলে

$W = \Delta A\, T$

কিন্তু বুদ্‌বুদের দুটি পৃষ্ঠ থাকে,
সুতরাং ক্ষেত্রফলের বৃদ্ধি,

$\Delta A = 2 \times [4\pi (r_2^2 - r_1^2)]$

$= 8 \times \pi \times [(10^{-1}\text{ m})^2 - (10^{-2}\text{ m})^2]$

$= 248.7 \times 10^{-3}$ m^2

এখন, সম্পাদিত কাজ,

$W = \Delta A \times T$

$= 248.7 \times 10^{-3}$ m$^2 \times 26 \times 10^{-3}$ N m^{-1}

$= 6.47 \times 10^{-3}$ J

উ: 6.47×10^{-3} J.

এখানে,
বর্ধিত ব্যাসার্ধ, $r_2 = 0.1$ m $= 10^{-1}$ m
আদি ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.01$ m $= 10^{-2}$ m
পৃষ্ঠটান, $T = 26 \times 10^{-3}$ N m^{-1}
সম্পাদিত কাজ, $W = ?$

৭ঘ ৫। একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.1 mm। একে 60×10^{-3} N m^{-1} পৃষ্ঠটান এবং 800 kg m^{-3} ঘনত্বের তেলে ডুবালে কৈশিক নলে কত উচ্চতায় তেল ওঠবে। স্পর্শকোণ 20°।

আমরা জানি,

$T = \frac{h\rho g r}{2\cos\theta}$

$\therefore h = \frac{2T\cos\theta}{\rho g r}$

$\therefore h = \frac{2 \times 60 \times 10^{-3}\text{ N m}^{-1} \times \cos 20°}{800\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 10^{-4}\text{ m}}$

$= 0.1438$ m

উ: 0.1438 m.

এখানে,
পৃষ্ঠটান, $T = 60 \times 10^{-3}$ N m^{-1}
তেলের ঘনত্ব, $\rho = 800$ kg m^{-3}
স্পর্শকোণ, $\theta = 20°$
কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ, $r = 0.1$ mm $= 10^{-4}$ m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ m s^{-2}
উচ্চতা, $h = ?$

Educationblog24.com
Academic & Admission Pathshala
We Rise By Lifting Others

৭ঘ ৬। কোনো পারদ ব্যারোমিটারের নলের ব্যাস 4 mm। পৃষ্ঠটানের জন্য এর মধ্যে কী পরিমাণ ত্রুটি সংযুক্ত হবে? কাচের সাথে পারদের স্পর্শকোণ 140°, পারদের পৃষ্ঠটান 465×10^{-3} N m^{-1}, পারদের ঘনত্ব 13.6×10^3 kg m^{-3} । [রা. বি. ২০১২–২০১৩]

ধরা যাক, কৈশিক নলে পারদের উত্থান h

আমরা জানি,

$$T = \frac{h\rho g r}{2\cos\theta}$$

সুতরাং $h = \dfrac{2T\cos\theta}{r\rho g}$

$$\therefore h = \frac{2 \times 465 \times 10^{-3}\ \text{N m}^{-1} \times \cos 140°}{2 \times 10^{-3}\ \text{m} \times 13.6 \times 10^3\ \text{kg m}^{-3} \times 9.8\ \text{m s}^{-2}}$$

$= -2.67 \times 10^{-3}$ m

$= -0.267$ cm

এখানে,
পারদের পৃষ্ঠটান, $T = 465 \times 10^{-3}$ N m^{-1}
স্পর্শকোণ, $\theta = 140°$
নলের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{4}{2}$ mm $= 2 \times 10^{-3}$ m
পারদের ঘনত্ব, $\rho = 13.6 \times 10^3$ kg m^{-3}
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ m s^{-2}
উচ্চতা, $h = ?$

বিয়োগচিহ্ন থেকে বোঝা যায় যে, নলের ভেতরে পারদের অবক্ষেপ ঘটেছে অর্থাৎ নিচে নেমে গেছে। সুতরাং ব্যারোমিটারটি প্রকৃত পাঠের চেয়ে 0.267 cm কম পাঠ দেবে।

৭ঘ ৭। 5 cm ব্যাসার্ধের বুদবুদ সৃষ্টি করতে কৃতকাজ কত? পৃষ্ঠটান, $T = 3 \times 10^{-12}$ N m^{-1}। [ব. বো. ২০১৬]

আমরা জানি,
ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA হলে $W = \Delta A\, T$
কিন্তু বুদবুদের দুটি পৃষ্ঠ থাকে, সুতরাং ক্ষেত্রফলের বৃদ্ধি

$$\Delta A = 2 \times \left[4\pi\,(r_2^2 - r_1^2)\right]$$

এখানে,
বর্ধিত ব্যাসার্ধ, $r_2 = 5$ cm $= 0.05$ m
আদি ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0$
পৃষ্ঠটান, $T = 3 \times 10^{-2}$ N m^{-1}
কৃতকাজ, $W = ?$

$= 8 \times \pi \times [(0.05)^2 - 0]$

$= 0.0628$ m^2

অতএব কৃতকাজ,

$W = \Delta A \times T = 0.0628\ \text{m}^2 \times 3 \times 10^{-2}\ \text{N m}^{-1}$

$= 1.88 \times 10^{-3}$ J

উ: 1.88×10^{-3} J

৭ঘ ৮। 0.2 mm ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক নলকে প্রথম ও দ্বিতীয় তরলে ডুবালে যথাক্রমে 4° ও 140° স্পর্শকোণ তৈরি হয়। প্রথম ও দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান যথাক্রমে 72×10^{-3} N m^{-1} এবং 465×10^{-3} N m^{-1}।

(ক) কৈশিক নলে যে পরিমাণ প্রথম তরল ওপরে ওঠে তা বের করো।

(খ) উদ্দীপকের কৈশিক নলে তরলের উত্থান না পতন বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। [রা. বো. ২০১৬]

(ক) আমরা জানি,

প্রথম তলের পৃষ্ঠটান, $T_1 = \dfrac{r h_1 \rho_1 g}{2\cos\theta_1}$

এখানে,
নলের ব্যাসার্ধ, $r = 0.2$ mm $= 0.2 \times 10^{-3}$ m
প্রথম তরলের পৃষ্ঠটান, $T_1 = 72 \times 10^{-3}$ N m^{-1}

Educationblog24.com

কিন্তু ঘনত্ব, $\rho_1 = \dfrac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}} = \dfrac{m_1}{V_1}$

$$\therefore T_1 = \frac{r\,h_1\,m_1\,g}{2\,V_1 \cos\theta_1}$$

আবার কৈশিক নলে তরলের আয়তন, $V_1 = \pi r^2 h_1$

$$\therefore T_1 = \frac{r\,h_1\,m_1\,g}{2\,\pi\,r^2 h_1 \cos\theta_1} = \frac{m_1 g}{2\pi r \cos\theta_1}$$

$$\therefore m_1 = \frac{2\,\pi\,r\,T_1 \cos\theta_1}{g}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 0.2 \times 10^{-3}\text{ m} \times 72 \times 10^{-3}\text{ N m}^{-1} \times \cos 4^\circ}{9.8\text{ m s}^{-2}}$$

$$= 9.2 \times 10^{-6}\text{ kg}$$

প্রথম তরলের স্পর্শকোণ, $\theta_1 = 4^\circ$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ m s}^{-2}$

দ্বিতীয় তরলের পৃষ্ঠটান, $T_2 = 465 \times 10^{-3}\text{ N m}^{-1}$

দ্বিতীয় তরলের স্পর্শকোণ, $\theta_2 = 140^\circ$

নলে প্রথম তরলের ভর, $m_1 = ?$

(খ) উদ্দীপকে প্রদত্ত স্পর্শকোণ ও পৃষ্ঠটানের মান থেকে প্রতীয়মান হয় যে, প্রথম তরলটি পানি এবং দ্বিতীয় তরলটি পারদ।

আমরা জানি,

$$h = \frac{2\,T \cos\theta}{r\,\rho\,g}$$

$$\therefore h_1 = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3}\text{ N m}^{-1} \times \cos 4^\circ}{0.2 \times 10^{-3}\text{ m} \times 1000\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2}}$$

$$= 0.073\text{ m}$$

$$h_2 = \frac{2 \times 465 \times 10^{-3}\text{ N m}^{-1} \times \cos 140^\circ}{0.2 \times 10^{-3}\text{ m} \times 13596\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2}}$$

$$= -0.00267\text{ m}$$

সুতরাং

প্রথম তরলের ঘনত্ব, $\rho_1 = 1000\text{ kg m}^{-3}$

দ্বিতীয় তরলের ঘনত্ব, $\rho_2 = 13596\text{ kg m}^{-3}$

প্রথম তরলের উত্থান, $h_1 = ?$

দ্বিতীয় তরলের পতন, $h_2 = ?$

$\because |h_1| > |h_2|$ সুতরাং কৈশিক নলে পানির উত্থান বেশি হবে।

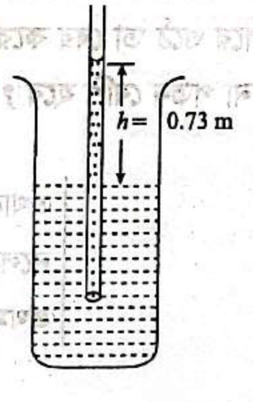
উ: (ক) 9.2×10^{-6} kg; (খ) উত্থান বেশি হবে।

৭ঘ ৯। চিত্রে পানিপূর্ণ বিকারে ডুবানো কৈশিক নলে ব্যাস 0.04 mm।

(ক) উদ্দীপকের আলোকে পানির তলটান নির্ণয় করো।

(খ) কৈশিক নলের ব্যাসার্ধের কী পরিবর্তনে পানির উচ্চতা 0.80 m হবে নির্ণয়পূর্বক কারণ বিশ্লেষণ করো।

[চ. বো. ২০১৬]



Educationblog24.com
Porshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

(ক) আমরা জানি,

$$T = \frac{rh\rho g}{2}$$

$$= \frac{0.02 \times 10^{-3} \text{ m} \times 0.73 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{2}$$

$$= 0.0715 \text{ N m}^{-1} = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

এখানে,
নলের ব্যাসার্ধ, $r = 0.02 \text{ mm} = 0.02 \times 10^{-3} \text{ m}$
তরল স্তম্ভের উচ্চতা, $h = 0.73 \text{ m}$
পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$
পানির তলটান, $T = ?$

(খ) $$r_2 = \frac{2T}{h_2 \rho g} = \frac{2 \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}}{0.80 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 1.825 \times 10^{-5} \text{m} = 0.018 \text{ mm}$$

$\therefore \Delta r = 0.02 \text{ mm} - 0.018 \text{ mm} = 0.002 \text{ mm}$

$= 0.002 \text{ mm}$

তরল স্তম্ভের উচ্চতা, $h_2 = 0.80 \text{ m}$
নলের ব্যাসার্ধ, $r_2 = ?$
$\Delta r = r_1 - r_2 = ?$

কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.002 mm কমাতে হবে।

কৈশিক নলের মধ্যে তরল পদার্থের উচ্চতা নলের ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক অর্থাৎ ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে তরল স্তম্ভের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়।

উঃ (ক) $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$; (খ) 0.002 mm কমাতে হবে।

৭ঘ ১০। একই আকারের দশটি পানির ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড়ো ফোঁটায় পরিণত হলো। প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস 5×10^{-7} m। পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$।

(ক) উদ্দীপকের বড়ো ফোঁটার ব্যাস নির্ণয় করো।

(খ) উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কিনা–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [দি. বো. ২০১৭]

(ক) আমরা জানি, 10টি ছোটো ফোঁটার মোট আয়তন একটি বড়ো ফোঁটার আয়তনের সমান।

$$10 \times \frac{4}{6} \pi d^3 = \frac{1}{6} \pi D^3$$

বা, $D^3 = 10 \times d^3$

$$\therefore D = [10 \times (5 \times 10^{-7} \text{ m})^3]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1.077 \times 10^{-6} \text{ m}$$

এখানে,
ছোটো ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $d = 5 \times 10^{-7}$ m
ফোঁটার সংখ্যা, $N = 10$
বড়ো ফোঁটার ব্যাস, $D = ?$

(খ) আমরা জানি, ছোটো ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে বড়ো ফোঁটায় পরিণত হওয়ার ফলে কৃতকাজ

$$W = 4\pi(Nr^2 - R^2) \times T$$

$$= 4\pi \times [10 \times (2.5 \times 10^{-7} \text{ m})^2 - (5.386 \times 10^{-7} \text{ m})^2] \times 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$= 3.03 \times 10^{-13} \text{ J}$$

এ কাজের ফলে উৎপন্ন চাপ H হলে এবং তার ফলে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি $\Delta\theta$ হলে $H = ms\Delta\theta$

এখানে,
ছোটো ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{5 \times 10^{-7} \text{ m}}{2} = 2.5 \times 10^{-7}$ m
ছোটো ফোঁটার সংখ্যা, $N = 10$
পানির পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$
বড়ো ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $R = \frac{1.077 \times 10^{-6} \text{ m}}{2} = 5.386 \times 10^{-7}$ m

Educationblog24.com

বা, $\Delta\theta = \frac{H}{m\,s}$

এখানে, m = পানির ভর এবং s = পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\ \text{J kg K}^{-1}$

পানির ঘনত্ব ρ এবং আয়তন V হলে,

$$m = \rho V = \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$= 100\ \text{kg m}^{-3} \times \frac{4}{3}\pi \times (5.386 \times 10^{-7})^3$$

$$= 6.544 \times 10^{-16}\ \text{kg}$$

সুতরাং $\Delta\theta = \frac{3.03 \times 10^{-13}\ \text{J}}{6.544 \times 10^{-16}\ \text{kg} \times 4200\ \text{J kg}^{-1}\ \text{K}^{-1}}$

$$= 0.11\ \text{K}$$

$$= 0.11\ ^\circ\text{C}$$

অর্থাৎ উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রা 0.11 K বা, 0.11 °C বৃদ্ধি পাবে।

উঃ (ক) 1.077×10^{-6} m ; (খ) পানির তাপমাত্রা 0.11 K বা, 0.11 °C বৃদ্ধি পাবে।

৭ঘ ১১। 10^{-6} m ব্যাসবিশিষ্ট 2500টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড়ো ফোঁটা তৈরি করলো। এতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। [পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{N m}^{-1}$]

আমরা জানি, ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন ΔA হলে,

$$W = \Delta A \times T$$

$$= 4\pi (N r^2 - R^2)\, T$$

এখন,

$$2500 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$$

বা, $R^3 = 2500\, r^3$

$\therefore R = 13.57\, r$

$$= 13.57 \times 0.5 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

$$= 6.785 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

এখানে,
ক্ষুদ্র ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{1 \times 10^{-6}\ \text{m}}{2} = 0.5 \times 10^{-6}$ m
পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3}\ \text{N m}^{-1}$
ফোঁটার সংখ্যা, $N = 2500$
বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $R = ?$
নির্গত শক্তি, $W = ?$

$$\therefore W = 4\pi [2500 \times (0.5 \times 10^{-6}\ \text{m})^2 - (6.785 \times 10^{-6}\ \text{m})^2] \times 72 \times 10^{-3}\ \text{N}$$

$$= 5.24 \times 10^{-10}\ \text{J}$$

উঃ 5.24×10^{-10} J

৭ঘ ১২। ছয় পা বিশিষ্ট 3.0×10^{-3} g ভরের একটি পোকা পানির উপরিতলে দাঁড়িয়ে থাকতে পারে। ছয়টি পা সমান ভর বহন করলে এবং পোকার পায়ের তলা 2.0×10^{-5} m ব্যাসার্ধের গোলক আকৃতির হলে, পানির সাথে পোকার পায়ের স্পর্শকোণ কত হবে? [পানির পৃষ্ঠটান $7.2 \times 10^{-2}\ \text{N m}^{-1}$, $g = 9.8\ \text{m s}^{-2}$]

আমরা জানি, সাম্যাবস্থায়

$$T\cos\theta \times 2\pi r = m\,g$$

বা, $\cos\theta = \frac{m\,g}{T \times 2\pi r}$

এখানে,
পোকার ভর, $M = 3.0 \times 10^{-3}$ g
$= 3.0 \times 10^{-6}$ kg

বা, $\cos\theta = \frac{5 \times 10^{-7}\ kg \times 9.8\ m\ s^{-2}}{7.2 \times 10^{-2}\ N\ m^{-1} \times 2 \times \pi \times 2 \times 10^{-5}\ m}$

বা, $\cos\theta = 0.54157$

$\therefore \theta = 57.2°$

উ: 57.2°

পোকার এক পায়ের ভর, $m = \frac{M}{6}$

$= \frac{3.0 \times 10^{-6}\ kg}{6} = 5 \times 10^{-7}\ kg$

পায়ের তলার বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 2 \times 10^{-5}\ m$

পানির পৃষ্ঠটান, $T = 7.2 \times 10^{-2}\ N\ m^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ m\ s^{-2}$

স্পর্শকোণ, $\theta = ?$

অনুশীলনী

ক-বিভাগ : বহুনির্বাচনি প্রশ্ন (MCQ)

ক গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১—৭.৯ , ৭.১১—৭.১২ : স্থিতিস্থাপকতা]

সঠিক/সর্বোৎকৃষ্ট উত্তরের বৃত্ত (●) ভরাট করো :

৭ক ১। পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের বেলায় নিচের কোন উক্তিটি সঠিক ?

(ক) অণুগুলোর মধ্যকার দূরত্ব r এর পরিবর্তনের সাথে আন্তঃআণবিক বলের পরিবর্তন ঘটে ○

(খ) r যত বৃদ্ধি পায় আন্তঃআণবিক বল তত আকর্ষণধর্মী হয় ○

(গ) r যত হ্রাস পায় আন্তঃআণবিক বল তত বিকর্ষণধর্মী হয় ○

(ঘ) ওপরের সবকটি উক্তি সঠিক ○

৭ক ২। নিচের কোনটি কঠিন পদার্থের বৈশিষ্ট্য নয় ?

(ক) কঠিন পদার্থের অণুগুলো খুব কাছাকাছি থাকে ○

(খ) কঠিন পদার্থের অণুগুলো এদের গড় অবস্থানকে ঘিরে স্পন্দিত হয় ○

(গ) কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যবর্তী বল তত প্রবল নয় ○

(ঘ) কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার থাকে ○

৭ক ৩। অ-পোলার অণুগুলোর মধ্যকার বন্ধনকে কী বলে ?

(ক) আয়নিক বন্ধন ○ (খ) সমযোজী বন্ধন ○

(গ) দ্বিপোল-দ্বিপোল ○ (ঘ) ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন ○

৭ক ৪। পানির অণুর মধ্যকার বন্ধনকে কী বলে ?

(ক) আয়নিক বন্ধন ○ (খ) সমযোজী বন্ধন ○

(গ) দ্বিপোল-দ্বিপোল বন্ধন ○ (ঘ) ধাতব বন্ধন ○

৭ক ৫। কোনো পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে নিট বল শূন্য হয় যখন — [ঢা. বো. ২০১৫; চ. বো. ২০১৫]

(ক) $r = r_o$ ○ (খ) $r < r_o$ ○

(গ) $r > r_o$ ○ (ঘ) $r >> r_o$ ○

Educationblog24.com

৭ক ৬। কোনটির ক্ষেত্রে ভ্যানডার ওয়াল্‌স বল বিদ্যমান ? [রা. বো. ২০১৫]

(ক) সোডিয়াম ও ক্লোরিন পরমাণুর বন্ধন ○ (খ) অক্সিজেন অণুর বন্ধন ○
(গ) সিলিকন পরমাণুর বন্ধন ○ (ঘ) তামার পরমাণুর বন্ধন ○

৭ক ৭। স্থিতিস্থাপক সীমা হচ্ছে—

(ক) প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের জন্য বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় ○
(খ) বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় ○
(গ) যে মানের বল পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণস্থিতিস্থাপক থাকে ○
(ঘ) সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় ○

৭ক ৮। ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মাত্রা সমীকরণ — [জ. বি. ২০১৭–২০১৮; চ. বি. ২০১৬–২০১৭; ঢা. বো. ২০১৬]

(ক) $[Y] = [ML^{-2} T^{-1}]$ ○ (খ) $[Y] = [ML^{-1} T^{-1}]$ ○
(গ) $[Y] = [ML^{-1} T^{-2}]$ ○ (ঘ) $[Y] = [M^{-1} L^{-1} T^{-1}]$ ○

৭ক ৯। এসআই পদ্ধতিতে পীড়নের একক কোনটি ?

(ক) $N\ m^{-1}$ ○ (খ) $N\ m$ ○
(গ) $N\ m^{-2}$ ○ (ঘ) $\frac{m}{N}$ ○

৭ক ১০। অসহ বল কোনটি ?

(ক) বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত বল ○
(খ) বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর যে পরিবর্তন হয় ○
(গ) সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় ○
(ঘ) সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় ○

৭ক ১১। পীড়নের মাত্রা কোনটি ? [ই. বি. ২০১৭–২০১৮; কু. বি. ২০১৬–২০১৭; কু. বো. ২০১৫]

(ক) MLT^{-2} ○ (খ) $ML^{-2}T$ ○
(গ) $ML^{-1}T^{-2}$ ○ (ঘ) $M^{-1}LT^{-2}$ ○

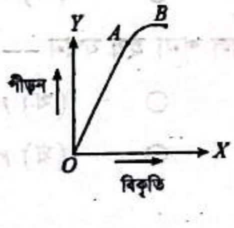
৭ক ১২। A ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো বস্তুতে লম্বভাবে F বল প্রয়োগ করা হলে,

(ক) পীড়ন $= \frac{A}{F}$ ○ (খ) পীড়ন $= F \times A$ ○
(গ) পীড়ন $= \frac{F}{A}$ ○ (ঘ) পীড়ন $= A\ F^{-1}$ ○

৭ক ১৩। L দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুর ওপর দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করলে যদি এর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন l হয় তাহলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি কোন্‌টি ?

(ক) $\frac{l}{L}$ ○ (খ) $\frac{L}{l}$ ○
(গ) $\frac{l}{A}$ ○ (ঘ) $L \times l^2$ ○

৭ক ১৪।



Educationblog24.com
We Rise By Lifting Others

চিত্রের পীড়ন এবং বিকৃতির মধ্যেকার লেখচিত্রে OA রেখার ঢাল কী নির্দেশ করে? [কু. বো. ২০১৬]

(ক) নতিবিন্দু ○ (খ) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক ○

(গ) ভঙ্গুর বিন্দু ○ (ঘ) স্থায়ী বিকৃতি ○

৭ক ১৫। নিচের কোনটির স্থিতিস্থাপকতা সর্বাপেক্ষা বেশি ? [দি. বো. ২০১৫]

(ক) ইস্পাত ○ (খ) রবার ○

(গ) তামা ○ (ঘ) সোনা ○

৭ক ১৬। 10^8 N m^{-2} পীড়নের প্রয়োগ 1 m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলো 10^{-3} m। তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক কত ?

(ক) 10^5 N m^{-2} ○ (খ) 10^{-11} N m^{-2} ○

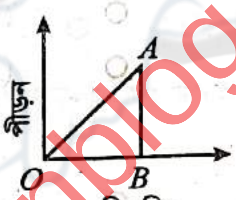
(গ) 10^{11} N m^{-2} ○ (ঘ) 10^{-5} N m^{-2} ○

৭ক ১৭। নিচের কোনটি স্থিতিস্থাপকতার জন্য সঠিক সমীকরণ ?

(ক) $Y = \frac{pV}{v}$ ○ (খ) $B = \frac{dL}{Dl}$ ○

(গ) $n = \frac{F}{A\theta}$ ○ (ঘ) $\sigma = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$ ○

৭ক ১৮। চিত্রে বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ΔOAB এর ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে — [দি. বো. ২০১৬]



(ক) ইয়ং গুণাঙ্ক ○ (খ) সর্বমোট কৃতকাজ ○

(গ) একক আয়তনের বিভবশক্তি ○ (ঘ) পয়সনের অনুপাত ○

৭ক ১৯। আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি কোনটি ? [চ. বো. ২০১৬]

(ক) পয়সনের অনুপাত ○ (খ) ইয়ং গুণাঙ্ক ○

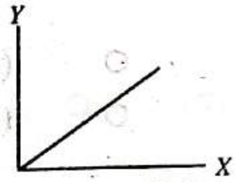
(গ) সংনম্যতা ○ (ঘ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক ○

৭ক ২০। স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে আকার পীড়ন ও আকার বিকৃতির অনুপাত হচ্ছে — [ঢা. বো. ২০১৫]

(ক) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক ○ (খ) আয়তন গুণাঙ্ক ○

(গ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক ○ (ঘ) পয়সনের অনুপাত ○

৭ক ২১।



একজন ছাত্র কোনো ধাতব তারের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য পাঠ নিয়ে ওপরের লেখচিত্রটি আঁকলো। কিন্তু সে X ও Y অক্ষে কী থাকবে তা লিখতে ভুলে গেলো। X এবং Y-অক্ষে যথাক্রমে কী থাকলে ভুল বলা যাবে না ?

(i) ঝুলানো ওজন ও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ; (ii) প্রযুক্ত পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি

(iii) প্রযুক্ত পীড়ন ও উৎপন্ন বিকৃতি

Educationblog24.com

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii ○ (খ) ii ও iii ○

(গ) i, ii ও iii ○ (ঘ) i ও iii ○

সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C-এ একই মানের পীড়ন 5×10^{12} N m^{-2} প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলে (২২) ও (২৩) নং প্রশ্নের উত্তর দাও : [ব. বো. ২০১৫]

৭ক ২২। B তারের বিকৃতি—

(ক) 2 ○ (খ) 0.2 ○

(গ) 0.02 ○ (ঘ) 0.002 ○

৭ক ২৩। A, B ও C তারের ইয়ং গুণাঙ্ক যথাক্রমে Y_A, Y_B এবং Y_C হলে—

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) $Y_A > Y_C > Y_B$ ○ (খ) $Y_A < Y_B < Y_C$ ○

(গ) $Y_A > Y_B > Y_C$ ○ (ঘ) $Y_B < Y_A < Y_C$ ○

৭ক ২৪। একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2 এবং অসহ ভর 40 kg। তারের অসহ পীড়ন—

[অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]

(ক) 4×10^{-6} N m^{-2} ○ (খ) 3.92×10^{-4} N m^{-2} ○

(গ) 4×10^{7} N m^{-2} ○ (ঘ) 3.92×10^{8} N m^{-2} ○

৭ক ২৫। ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নিচের কোনটি ? [সি. বো. ২০১৭]

(ক) $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ ○ (খ) $Y = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$ ○

(গ) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$ ○ (ঘ) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ ○

৭ক ২৬। একটি আদর্শ দৃঢ়বস্তুর জন্য ইয়ং-এর গুণাঙ্ক — [জা. বি. ২০১৯–২০২০; দি. বো. ২০১৭]

(ক) 0 ○ (খ) ∞ ○

(গ) 1 ○ (ঘ) –1 ○

নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ২৭ নং ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

100 cm দীর্ঘ এবং 1×10^{-2} cm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.24×10^{11} N m^{-2}। একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো। [চ. বো. ২০১৭]

৭ক ২৭। কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে ?

(ক) 0.114 J ○ (খ) 0.124 J ○

(গ) 0.248 J ○ (ঘ) 0.288 J ○

৭ক ২৮। এক্ষেত্রে—

i. বিকৃতি 0.002 ii. পীড়ন = 2×10^{8} N m^{-2} iii. পীড়ন ∝ বিকৃতি

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii ○ (খ) i ও iii ○

(গ) ii ও iii ○ (ঘ) i, ii ও iii ○

Educationblog24.com

৭ক ২৯। 30 cm দীর্ঘ, 31×10^{-2} cm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.5×10^{11} N m^{-2}। একে টেনে 0.1 cm বৃদ্ধি করতে হলে কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে? [জা. বি. ২০১৪–২০১৫]

(ক) 7.75 J ○ (খ) 0.2 J ○
(গ) 0.15 J ○ (ঘ) 0.22 J ○

৭ক ৩০। একই উপাদানে তৈরি ২য় তারের দৈর্ঘ্য ১ম তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু ব্যাসার্ধ ১ম তারের অর্ধেক হলে ও সমান ভার প্রয়োগ করলে ২য় তার ও ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণের অনুপাত কত? [ঢা. বি. ২০০১–২০০২]

(ক) same ○ (খ) 2 ○
(গ) $\frac{1}{2}$ ○ (ঘ) 8 ○

৭ক ৩১। 1.5×10^6 g ভরের একটি লিফট একটি ইস্পাতের তারের সাহায্যে ঝুলানো আছে। এটি ওঠার সময় সর্বোচ্চ ত্বরণ 1.2 m s^{-2} এবং অসহ পীড়ন 3.0×10^8 N m^{-2} হলে তারের সর্বনিম্ন ব্যাসার্ধ কত? [চুয়েট: ২০১৩–২০১৪]

(ক) 4.33×10^{-3} m ○ (খ) 4.19×10^{-3} m ○
(গ) 3.7×10^{-3} m ○ (ঘ) কোনোটিই নয় ○

৭ক ৩২। 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হবে— (ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক = 2×10^{11} N m^{-2}) [চ. বি. ২০১২–২০১৩]

(ক) 12000 N ○ (খ) 10000 N ○
(গ) 11360 N ○ (ঘ) None ○

৭ক ৩৩। l দৈর্ঘ্য ও r ব্যাসার্ধের একটি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক Y। তারের দৈর্ঘ্য $\frac{l}{2}$ এবং ব্যাসার্ধ $\frac{r}{2}$ করা হলে ইয়ং গুণাঙ্ক কত হবে? [চ. বি. ২০১৪–২০১৫]

(ক) $\frac{Y}{2}$ ○ (খ) Y ○
(গ) $2Y$ ○ (ঘ) $4Y$ ○

৭ক ৩৪। যদি p এবং b যথাক্রমে পীড়ন ও বিকৃতির মান হয়, তবে এদের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক হলো— [জা. বি. ২০১০–২০১১]

(ক) $p = b$ ○ (খ) $p \propto b$ ○
(গ) $p \propto \frac{1}{b}$ ○ (ঘ) $p \propto \frac{1}{2\pi} b$ ○

৭ক ৩৫। দুটি ভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের তারের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক একই। তার দুটি— [রা. বি. ২০১৭–২০১৮]

(ক) ভিন্ন দৈর্ঘ্যের ○ (খ) ভিন্ন উপাদানের ○
(গ) একই উপাদানের ○ (ঘ) যেকোনোটি হতে পারে ○

৭ক ৩৬। নিচের কোনটি সঠিক? [ঢা. বি. ২০১৭–২০১৮]

(ক) $U=\frac{1}{2}\frac{l}{L}Y$ ○ (খ) $U=\frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}/AL$ ○
(গ) $U=\frac{1}{2}Al$ ○ (ঘ) $U=\frac{1}{2}\frac{Al}{L}$ ○

৭ক ৩৭। কোনো তারকে কেটে সমান দু টুকরা করা হলো। এতে তারের অসহ ভার হবে — [য. বো. ২০১৯]

(ক) পূর্বের অর্ধেক ○ (খ) পূর্বের সমান ○
(গ) পূর্বের দ্বিগুণ ○ (ঘ) পূর্বের এক-চতুর্থাংশ ○

Educationblog24.com
pathshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

৭ক ৩৮। আয়তন গুণাঙ্কের অন্য নাম কী ? [ব. বো. ২০১৯]

(ক) অসংনম্যতা ○ (খ) সংনম্যতা ○

(গ) কাঠিন্যে গুণাঙ্ক ○ (ঘ) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক ○

৭ক ৩৯। স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে নিম্নের কোন উক্তিটি সত্য নয় ? [মেডিকেল: ২০১২–২০১৩]

(ক) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক = পীড়ন/বিকৃতি ○ (খ) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক = বিকৃতি/পীড়ন ○

(গ) অসহ পীড়ন = $\frac{\text{অসহ ভার}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ ○ (ঘ) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক $N\ m^{-2}$ ○

৭ক ৪০। একটি স্টিলের তারের তাপমাত্রা বাড়ালে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক — [মেডিকেল: ২০১৪–২০১৫]

(ক) হ্রাস পাবে ○ (খ) প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে পরে কমবে ○

(গ) বৃদ্ধি পাবে ○ (ঘ) একই থাকবে ○

৭ক ৪১। 4 m দৈর্ঘ্য এবং 0.5 mm ব্যাসের একটি স্টিলের তারের ওপর 5 kg ভর প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হবে — [মেডিকেল: ২০১৪–২০১৫]

(ক) 4.9×10^{-4} m ○ (খ) 4.9×10^{-6} m ○

(গ) 4.9×10^{-5} m ○ (ঘ) 4.9×10^{-3} m ○

৭ক ৪২। 10 cm ও 0.5 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তামা ও একটি লোহার তারকে জোড়া লাগিয়ে দৈর্ঘ্য 20 cm হলো। জোড়া লাগানো তারটিকে বল প্রয়োগ করে লম্বা করা হলো। লোহার ইয়ং-এর গুণাঙ্ক তামার ইয়ংয়ের গুণাঙ্কের দুগুণ হলে লোহার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ও তামার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অনুপাত কত ? [ঢা. বি. ২০১৯–২০২০]

(ক) 1 : 8 ○ (খ) 1 : 6 ○

(গ) 1 : 4 ○ (ঘ) 1 : 2 ○

৭ক ৪৩। স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মাত্রা কী ? [ঢা. বি. ২০২০–২০২১]

(ক) MLT^{-1} ○ (খ) $ML^{-1}T^{-2}$ ○

(গ) MLT^{-2} ○ (ঘ) $ML^{2}T^{-2}$ ○

উত্তরমালা

১। (ঘ)	২। (গ)	৩। (ঘ)	৪। (গ)	৫। (ক)	৬। (খ)	৭। (গ)	৮। (গ)	৯। (গ)
১০। (গ)	১১। (গ)	১২। (গ)	১৩। (ক)	১৪। (খ)	১৫। (ক)	১৬। (গ)	১৭। (গ)	১৮। (গ)
১৯। (গ)	২০। (গ)	২১। (গ)	২২। (গ)	২৩। (খ)	২৪। (ঘ)	২৫। (ক)	২৬। (খ)	২৭। (গ)
২৮। (খ)	২৯। (ক)	৩০। (ঘ)	৩১। (খ)	৩২। (খ)	৩৩। (খ)	৩৪। (খ)	৩৫। (গ)	৩৬। (খ)
৩৭। (খ)	৩৮। (ক)	৩৯। (খ)	৪০। (ঘ)	৪১। (খ)	৪২। (ঘ)	৪৩। (খ)		

খ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১০ : পয়সনের অনুপাত]

৭খ ১। পয়সনের অনুপাত হচ্ছে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে —

(ক) দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত ○

(খ) আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত ○

(গ) ব্যবর্তন পীড়ন ও ব্যবর্তন বিকৃতির অনুপাত ○

(ঘ) পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত ○

Educationblog24.com

৭খ ২। নিচের কোন রাশিটির কোনো মাত্রা নেই ?
(ক) ইয়ং গুণাঙ্ক ○ (খ) আয়তন গুণাঙ্ক ○
(গ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক ○ (ঘ) পয়সনের অনুপাত ○

৭খ ৩। পয়সনের অনুপাতের মান কোনটি ? [অভিন্ন প্রশ্ন ২০১৪]
(ক) $-\frac{1}{2} < \sigma < 1$ ○ (খ) $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$ ○
(গ) $\frac{1}{2} < \sigma < 1$ ○ (ঘ) $1 < \sigma < 2$ ○

৭খ ৪। স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে কোনটি সবসময় ধ্রুবক থাকে ? [অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]
i. $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$; ii. $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$; iii. $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$
নিচের কোনটি সঠিক ?
(ক) i ও ii ○ (খ) i ও iii ○
(গ) ii ও iii ○ (ঘ) i, ii ও iii ○

৭খ ৫। পয়সনের অনুপাতের মান নিচের কোনটির সমান হতে পারে না ? [বুয়েট : ২০১৪–২০১৫]
(ক) 0.01 ○ (খ) 0.1 ○
(গ) 0.4 ○ (ঘ) 0.6 ○

৭খ ৬। 1 m দীর্ঘ 1mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.05 cm বৃদ্ধি করা হলে তারটির ব্যাস হ্রাস পাবে—(পয়সনের অনুপাত $\sigma = 0.25$) [বুয়েট : ২০১৩–২০১৪]
(ক) 1.25×10^{-7} m ○ (খ) 1.25×10^{-7} cm ○
(গ) 1.25×10^{7} m ○ (ঘ) 1.25×10^{-7} mm ○

৭খ ৭। একটি তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 0.02 এবং পার্শ্ব বিকৃতি 0.002 হলে এর পয়সনের অনুপাত কত ? [রা. বো. ২০১৭]
(ক) 0.00004 ○ (খ) 0.0004 ○
(গ) 0.1 ○ (ঘ) 10 ○

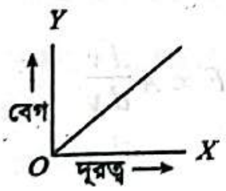
উত্তরমালা

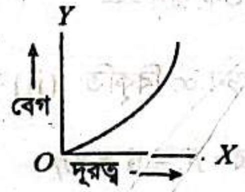
১। (ঘ)	২। (ঘ)	৩। (খ)	৪। (ক)	৫। (ঘ)	৬। (ক)	৭। (গ)

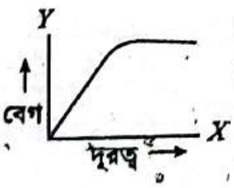
গ গুচ্ছ

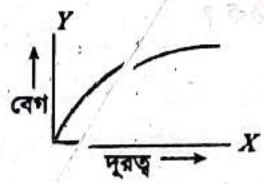
[অনুচ্ছেদ ৭.১৩–৭.১৯ : সান্দ্রতা]

৭গ ১। পয়েস (poise) কীসের একক ? [দি. বো. ২০১৭]
(ক) ইয়ং গুণাঙ্ক ○ (খ) সংনম্যতা ○
(গ) পৃষ্ঠটান ○ (ঘ) সান্দ্রতা গুণাঙ্ক ○

৭গ ২। বৃষ্টির ফোঁটা বাতাসের মধ্যদিয়ে পড়তে থাকলে দূরত্ব বনাম বেগ লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি ? [ব. বো. ২০১৬]
(ক) 

○
(খ) 

○
(গ) 

○
(ঘ) 

○

Educationblog24.com

৭গ ৩। সান্দ্রতা সহগের মাত্রা কোনটি? [বুয়েট : ২০১১–২০১২; কুয়েট : ২০০৭–২০০৮; জা. বি. ২০১৭–২০১৮; রা. বি. ২০১৪–২০১৫; চ. বো. ২০১৪–২০১৫, ২০১৭; রা. বো. ২০১৫, ২০১৭; ব. বো. ২০১৭; সি. বো. ২০১৯]

(ক) MLT^{-1} (খ) $ML^{-1}T$
(গ) $ML^{-1}T^{-1}$ (ঘ) $M^{-1}LT$

৭গ ৪। গ্যাসের সান্দ্রতা সহগ-এর কেলভিন বা পরম তাপমাত্রার —

(ক) সমানুপাতিক (খ) ব্যস্তানুপাতিক
(গ) বর্গমূলের সমানুপাতিক (ঘ) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

৭গ ৫। 100 g ভরের একটি বস্তু পানির মধ্যে পড়ায় তার ওপর ক্রিয়ারত প্লবতা 0.981 N হলে সান্দ্রবল হবে — [ব. বো. ২০১৭]

(ক) 9.81 N (খ) 0.981 N
(গ) 1.962 N (ঘ) 0

৭গ ৬। নিচের কোন সম্পর্কটি স্টোকস-এর সূত্র? [মেরিন একাডেমি : ২০১৭–২০১৮; কু. বো. ২০১৫]

(ক) $F \propto \eta \pi r v$ (খ) $F \propto \pi r v$
(গ) $F \propto \pi \eta v$ (ঘ) $F \propto \eta r v$

৭গ ৭। সান্দ্রতা গুণাঙ্কের একক কোনটি? [কু. বো. ২০১৫; ঢা. বো. ২০১৬]

(ক) $rad\ s^{-1}$ (খ) $J\ s^{-1}$
(গ) $N\ s\ m^{-2}$ (ঘ) $N\ m^{-2}$

৭গ ৮। নিচের কোন পদার্থের সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশি? [সি. বো. ২০১৫; রা. বো. ২০১৬]

(ক) তেল (খ) দুধ
(গ) মধু (ঘ) পানি

৭গ ৯। তিনটি সমীকরণ হলো (এখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে) —

(i) $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$ (ii) $F = 6\pi r \eta v$ (iii) $v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_l)g}{9\eta}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও iii (খ) i ও ii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৭গ ১০। তিনটি সূত্রের গাণিতিক রূপ —

(i) হুকের সূত্র : পীড়ন ∝ বিকৃতি (ii) সান্দ্রতা সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র : $F \propto A\frac{dv}{dy}$

(iii) স্টোক্সের সূত্র : $F = 6\pi r \eta$

নিচের কোনটি সঠিক?

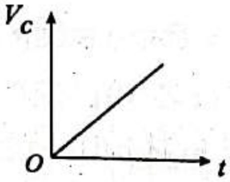
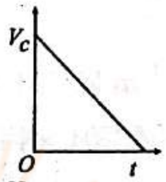
(ক) i ও iii (খ) i ও ii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

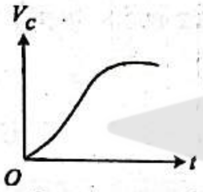
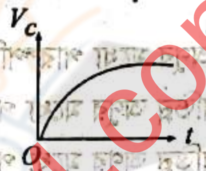
Educationblog24.com

৭গ ১১। 50 km উঁচু থেকে পড়ন্ত দুটি শিলাপিণ্ডের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 ঃ 2। শিলাপিণ্ড দুটির অন্তবেগের অনুপাত হবে— [বুয়েট: ২০১৩–২০১৪]

(ক) 1 ঃ 9 ○ (খ) 9 ঃ 1 ○
(গ) 4 ঃ 1 ○ (ঘ) 1 ঃ 4 ○

৭গ ১২। তরলের মধ্যে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [য. বো. ২০১৭; দি. বো. ২০১৭]

(ক)  ○ (খ)  ○

(গ)  ○ (ঘ)  ○

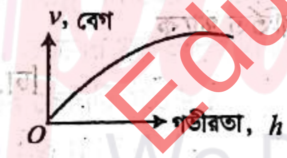
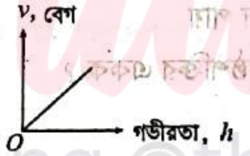
৭গ ১৩। 3×10^{-3} m ব্যাসার্ধের একটি গোলক কোনো তরলের ভেতর দিয়ে 3×10^{-2} m s^{-1} প্রান্তবেগে পড়ছে। ঐ তরলের সান্দ্রতাঙ্ক 1.5×10^{-3} N s m^{-2} হলে সান্দ্রবল কত? [কুয়েট : ২০০৭–২০০৮]

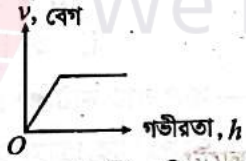
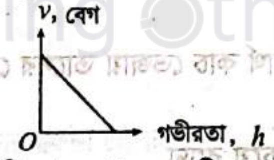
(ক) 3.54×10^{-6} N ○ (খ) 3.54×10^{-5} N ○
(গ) 2.54×10^{-6} N ○ (ঘ) 2.54×10^{-3} N ○

৭গ ১৪। কোনো সান্দ্র প্রবাহীতে M ভরের সীসার গোলকের অন্ত্যবেগ V। 64 M ভরের অন্য একটি সীসার গোলকের একই সান্দ্র প্রবাহীতে অন্ত্যবেগ কত হবে? [বুয়েট : ২০০৭–২০০৮]

(ক) V ○ (খ) 4 V ○
(গ) 8 V ○ (ঘ) 16 V ○

৭গ ১৫। তরলে পতনশীল বস্তুর জন্য কোন লেখচিত্রটি সঠিক? (বেগ v, গভীরতা h) [ঢা. বো. ২০১৭]

(ক)  ○ (খ)  ○

(গ)  ○ (ঘ)  ○

৭গ ১৬। একই ধাতুর তৈরি দুটি গোলক যাদের একটির ব্যাসার্ধ অন্যটির দ্বিগুণ। গোলক দুটিকে তরল পদার্থে পূর্ণ একটি লম্বা জারের ভেতর দিয়ে পড়তে দেয়া হলে, ছোটোটির তুলনায় বড়োটির টার্মিনাল গতি—[বুয়েট : ২০১১–২০১২]

(ক) একই হবে ○ (খ) দ্বিগুণ হবে ○
(গ) চারগুণ হবে ○ (ঘ) অর্ধেক হবে ○

উত্তরমালা

১। (ঘ)	২। (গ)	৩। (গ)	৪। (গ)	৫। (খ)	৬। (ঘ)	৭। (গ)	৮। (গ)
৯। (ঘ)	১০। (খ)	১১। (ঘ)	১২। (ঘ)	১৩। (গ)	১৪। (ঘ)	১৫। (গ)	১৬। (গ)

Educationblog24.com
Pathshala Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৭ঘ ১৯। অভিন্ন একক ও মাত্রার জোড়া হচ্ছে — [সি. বো. ২০১৫]

(i) কাজ ও পৃষ্ঠশক্তি (ii) পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি (iii) অনুভূমিক পাল্লা ও সরণ

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৭ঘ ২০। স্পর্শকোণ 120° হলে কৈশিক নলে তরল — [র. বো. ২০১৫]

(i) ওপরে উঠবে (ii) নিচে নামবে (iii) অপরিবর্তিত থাকবে

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i (খ) ii

(গ) i ও iii (ঘ) ii ও iii

৭ঘ ২১। চিত্রানুসারে— [চ. বো. ২০১৬]

(i) সংসক্তি বল > আসঞ্জন বল (ii) আসঞ্জন বল > সংসক্তি বল (iii) 60° হলো স্পর্শকোণ

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i (খ) i ও iii

(গ) i ও ii (ঘ) ii ও iii

৭ঘ ২২। কাচ ও পারদের স্পর্শকোণ θ হবে — [বুয়েট : ২০১৩–২০১৪]

(ক) $0 < \theta < 90°$ (খ) $90° < \theta < 180°$

(গ) $\theta = 90°$ (ঘ) $\theta = 180°$

৭ঘ ২৩। কর্পূরের পানিতে নাচা বা 'Dancing of Camphor on water' পদার্থের কোন ধর্মের জন্য ঘটে ? [খু. বি. ২০০৭–২০০৮]

(ক) তলটান (খ) সান্দ্রতা

(গ) স্থিতিস্থাপকতা (ঘ) পরিবাহিতা

৭ঘ ২৪। কোন ধর্মের কারণে পানির ফোঁটা গোলাকৃতি হয় ? [রুয়েট : ২০১৪–২০১৫; বুয়েট: ২০০৯–২০১০, ২০১২–২০১৩; ঢা. বো.২০১৯]

(ক) সান্দ্রতা (খ) স্থিতিস্থাপকতা

(গ) পৃষ্ঠটান (ঘ) কৈশিকতা

৭ঘ ২৫। l দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার কাঠামোকে সাবানের পানিতে ডুবানো হলো। যখন কাঠামোটিকে বাইরে আনা হলো তখন তার ওপর একটি সাবানের ফিল্ম পাওয়া যায়। সাবানের দ্রবণের পৃষ্ঠটান T হলে কাঠামোটির ওপর বলের মান হবে — [বুয়েট : ২০১৩–২০১৪]

(ক) $8Tl$ (খ) $4Tl$

(গ) $10Tl$ (ঘ) $12Tl$

৭ঘ ২৬। যদি স্পর্শকোণ 90° এর কম হয়, তবে তরলের পৃষ্ঠ কেমন হবে ? [ডেন্টাল কলেজ : ২০১৭–২০১৮]

(ক) অবতল ○ (খ) উত্তল ○

(গ) সমতলাবতল ○ (ঘ) সমতলোত্তল ○

৭ঘ ২৭। প্রতিটি 10^{-4} m ব্যাসবিশিষ্ট পানির 1000টি ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরি করলো। বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ কত ? [রুয়েট : ২০১৩–২০১৪; চুয়েট : ২০১০–২০১১]

(ক) 10^{-2} m ○ (খ) $\frac{1}{10}$ m ○

(গ) 5×10^{-4} m ○ (ঘ) কোনোটিই নয় ○

৭ঘ ২৮। পানির উপরিতলে রাখা 0.05 m দীর্ঘ একটি সূঁচকে টেনে তুললে সর্বাধিক যে বলের প্রয়োজন —
(পানির পৃষ্ঠটান = 72×10^{-3} N m^{-1}) [বুয়েট : ২০০৮–২০০৯]

(ক) 7.2×10^{-3} N ○ (খ) 3.6×10^{-3} N ○

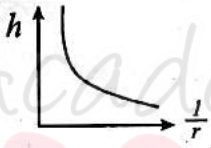
(গ) 1.4×10^{-3} N ○ (ঘ) 7.2×10^{-4} N ○

৭ঘ ২৯। পানির ওপর একটি ইস্পাতের ব্লেড ভেসে থাকার কারণ— [শা. বি. প্র. বি. ২০০৮–২০০৯]

(ক) পানির পৃষ্ঠটান ○ (খ) পানির ঊর্ধ্বচাপ ○

(গ) পানির ঘনত্ব ইস্পাতের ঘনত্বের চেয়ে কম হওয়ার কারণে ○ (ঘ) পানির সান্দ্রতার কারণে ○

৭ঘ ৩০। কোনো নির্দিষ্ট স্থানে কৈশিক নলে উত্থিত পানির উচ্চতা (h) ও কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ (r) এর মধ্যে নিম্নের কোন লেখচিত্রটি সঠিক ?

(ক)


○

(খ)

○

(গ)

○

(ঘ)

○

৭ঘ ৩১। তরলের পৃষ্ঠটান নির্ভর করে— [ব. বো. ২০১৭]

i. কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ ii. সংসক্তি বল iii. তরলের ঘনত্ব

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii ○ (খ) i ও iii ○

(গ) ii ও iii ○ (ঘ) i, ii ও iii ○

৭ঘ ৩২। কোনটি পদার্থের সাধারণ ধর্ম ? [য. বো. ২০১৭]

(ক) পৃষ্ঠশক্তি ○ (খ) সান্দ্রতা ○

(গ) স্থিতিস্থাপকতা ○ (ঘ) পৃষ্ঠটান ○

৭ঘ ৩৩। গাছের গোড়ায় বালি জমে থাকলে গাছ মরে যায়, কারণ— [খু. বি. ২০১২–২০১৩]

(ক) বালি অধিক পানি ধরে রাখে ○ (খ) বালি কৈশিক নলের কাজ করতে পারে না, ফলে পানি ধরে রাখতে পারে না, শুষ্ক থাকে ○

(গ) বালি অধিক উত্তপ্ত হয় ○ (ঘ) বালি বাতাসের বল সহ্য করতে পারে না ○

Educationblog24.com
pathshala Academic & Admission We Rise By Lifting Others

৭ঘ ৩৪। একটি কৈশিক নলের ব্যাস 0.2 mm। একে 7.2×10^{-2} N m^{-1} পৃষ্ঠটান এবং 10^3 kg m^{-3} ঘনত্বের পানিতে ডুবালে নলের কত m উচ্চতায় পানি ওঠবে ? [শা. বি.প্র.বি. ২০১৬–২০১৭]

(ক) 0.45 (খ) 0.35
(গ) 0.25 (ঘ) 0.15

৭ঘ ৩৫। বায়ুর সংস্পর্শে 20°C তাপমাত্রায় পানির তলটান কত হবে ? [বা. কৃ. বি. ২০১৪–২০১৫]

(ক) 735 dyne/cm (খ) 73.5 dyne/cm
(গ) 73 N m (ঘ) 7.35 N m

৭ঘ ৩৬। চক ও বোর্ডের অণুর আকর্ষণ বল — [খু. বি. ২০১৬–২০১৭]

(ক) অভিকর্ষ বল (খ) সান্দ্রবল
(গ) সংসক্তি বল (ঘ) আসঞ্জন বল

৭ঘ ৩৭। একটি সাবানের বুদবুদকে 1 cm ব্যাস হতে ধীরে ধীরে আকৃতি বৃদ্ধি করে 10 cm ব্যাসে পরিণত করা হলো। কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। (সাবান পানির পৃষ্ঠটান = 25×10^{-3} N m^{-1})

(ক) 1.555×10^{-3} J (খ) 1.555×10^{-4} J
(গ) 1.550×10^{-3} J (ঘ) 1.550×10^{-2} J

৭ঘ ৩৮। একটি সাবানের বুদবুদ (পৃষ্ঠটান 30 dyne/cm) ব্যাসার্ধ 2 cm। বুদবুদের ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করার জন্য কাজের পরিমাণ হবে —

(ক) 4525 erg (খ) 2262 erg
(গ) 1130 erg (ঘ) 9050 erg

৭ঘ ৩৯। 0.2 mm ব্যাসবিশিষ্ট পানির 1000 ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরি করে। বৃহৎ ফোঁটাটি তৈরি করতে নির্গত শক্তি নির্ণয় করো। (পানির পৃষ্ঠটান = 72×10^{-3} N m^{-1}) [কুয়েট : ২০১৩–২০১৪]

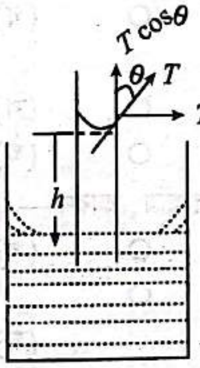
(ক) 82 erg (খ) 81.31 J
(গ) 81.46 erg (ঘ) 81 dyne

৭ঘ ৪০। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তলটান — [জ. বি. ২০১৫–২০১৬]

(ক) বৃদ্ধি পায় (খ) শূন্য হয়
(গ) হ্রাস পায় (ঘ) স্থির থাকে

৭ঘ ৪১। একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.1 cm। একে 50×10^{-3} N m^{-1} পৃষ্ঠটান এবং 1000 kg m^{-3} ঘনত্বের তেলে ডুবালে কৈশিক নলে কত উচ্চতায় তেল ওঠবে ? (স্পর্শকোণ = 20°)।

(ক) 9.588 mm (খ) 9.588 cm
(গ) 9. 988 m (ঘ) 0.1438 m



Educationblog24.com

চিত্রে r ব্যাসার্ধের একটি কাচের কৈশিক নল বিশুদ্ধ পানিতে ডুবালে তা পানিতে h উচ্চতায় ওঠে। পরে $2r$ ব্যাসার্ধের ওপর একটি কৈশিক নল পানিতে ডুবানো হলো।
উদ্দীপকের আলোকে ৪২ ও ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও। [মা. বো. ২০১৮]

৭ঘ ৪২। যে উচ্চতায় দ্বিতীয় ক্ষেত্রে পানি ওঠবে তা হলো —
(ক) $\frac{h}{2}$ ○ (খ) h ○
(গ) $2h$ ○ (ঘ) $3h$ ○

৭ঘ ৪৩। ১ম ক্ষেত্রে পৃষ্ঠটান T_1 ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে পৃষ্ঠটান T_2 হলে কোন সম্পর্কটি সঠিক ?
(ক) $T_2 > T_1$ ○ (খ) $T_2 < T_1$ ○
(গ) $T_1 = T_2$ ○ (ঘ) $2T_1 = T_2$ ○

৭ঘ ৪৪। বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বলকে বলে — [মেডিকেল: ২০১৬–২০১৭]
(ক) সংসক্তি বল ○ (খ) আণবিক শক্তি ○
(গ) আসঞ্জন বল ○ (ঘ) আসঞ্জন শক্তি ○

৭ঘ ৪৫। ব্লটিং পেপার কোন ধর্মের জন্য পানি শুষে নেয় ? [ডেন্টাল: ২০১৮–২০১৯]
(ক) সান্দ্রতার ক্রিয়ায় ○ (খ) পৃষ্ঠশক্তির ক্রিয়ায় ○
(গ) পৃষ্ঠটানের ক্রিয়ায় ○ (ঘ) কৌশিক ক্রিয়ায় ○

৭ঘ ৪৬। তরলের পৃষ্ঠটানের ওপর নিচের কোনটির প্রভাব নেই ? [মেডিকেল : ২০১৮–২০১৯]
(ক) তাপমাত্রা ○ (খ) চাপ ○
(গ) দূষিতকরণ ○ (ঘ) দ্রবীভূত বস্তুর উপস্থিতি ○

৭ঘ ৪৭। পতনশীল বৃষ্টির বড়ো ফোঁটা ভেঙে অনেকগুলো ছোটো ফোঁটায় পরিণত হলে ফোঁটাগুলোর সর্বমোট — [জা. বি. ২০১৯–২০২০]
(ক) ক্ষেত্রফল হ্রাস পায় ○ (খ) ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় ○
(গ) আয়তন বৃদ্ধি পায় ○ (ঘ) আয়তন হ্রাস পায় ○

৭ঘ ৪৮। বিশুদ্ধ পারদের স্পর্শকোণ কত ? [জা. বি. ২০১৮–২০১৯]
(ক) 9° ○ (খ) 91° ○
(গ) 16° ○ (ঘ) 139° ○

৭ঘ ৪৯। মানবদেহে শিরা-উপশিরা দিয়ে রক্তের চলাচল কোন ধর্মের ওপর হয়ে থাকে ?
(ক) প্লাবতা ○ (খ) সান্দ্রতা ○
(গ) কৈশিকতা ○ (ঘ) পৃষ্ঠটান ○

৭ঘ ৫০। একটি তরল ও একটি কঠিন পদার্থের মধ্যেকার স্পর্শকোণ কোনটি হলে তরল পদার্থটি কঠিন পদার্থটিকে ভেজাবে না ? [শা. বি. প্র. বি. ২০১৮–২০১৯]
(ক) 30° ○ (খ) 0° ○
(গ) 45° ○ (ঘ) 60° ○
(ঙ) 110° ○

Educationblog24.com
Academic & Admission Pathshala
We Rise By Lifting Others

৭ঘ ৫১। যদি কোনো তরলের তল সমতল হয়, আধারের প্রাচীরের সাথে তরলের স্পর্শকোণ — [চ. বি. ২০১৫–২০১৬]

(ক) স্থূলকোণ ○ (খ) 90° ○

(গ) সূক্ষ্মকোণ ○ (ঘ) 0° ○

(ঙ) কোনোটিই নয় ○

উত্তরমালা

১। (ক)	২। (খ)	৩। (খ)	৪। (ঘ)	৫। (খ)	৬। (ঘ)	৭। (ঘ)	৮। (গ)	৯। (খ)	১০। (গ)
১১। (খ)	১২। (খ)	১৩। (গ)	১৪। (খ)	১৫। (ঘ)	১৬। (খ)	১৭। (গ)	১৮। (ক)	১৯। (গ)	২০। (খ)
২১। (ক)	২২। (খ)	২৩। (ক)	২৪। (গ)	২৫। (ক)	২৬। (ক)	২৭। (গ)	২৮। (ক)	২৯। (ক)	৩০। (ঘ)
৩১। (গ)	৩২। (গ)	৩৩। (খ)	৩৪। (ঘ)	৩৫। (ক)	৩৬। (ঘ)	৩৭। (ক)	৩৮। (ঘ)	৩৯। (গ)	৪০। (গ)
৪১। (ক)	৪২। (ক)	৪৩। (গ)	৪৪। (গ)	৪৫। (গ)	৪৬। (খ)	৪৭। (খ)	৪৮। (ঘ)	৪৯। (খ)	৫০। (ঙ)
৫১। (খ)									

খ-বিভাগ : সৃজনশীল প্রশ্ন (CQ)

১। কোনো বস্তুকে বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করলে যদি বস্তুটি গতিশীল না হয় তাহলেও এর বিভিন্ন অংশের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ হয়। বলা যেতে পারে, বস্তুর অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে; ফলে বস্তুটির আকার বা আকৃতির পরিবর্তন ঘটে। এ অবস্থায় বস্তুর আন্তঃআণবিক বল এ পরিবর্তনকে বাধা দিতে চেষ্টা করে। ফলে বল প্রয়োগ বন্ধ করলে বস্তু আবার আগের অবস্থা ফিরে পায়।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. পদার্থের উপরিউক্ত ধর্মকে কী বলে ?

খ. রবার লোহার চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক—ব্যাখ্যা করো।

গ. 1 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে ? ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}.

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনা কেন ঘটে, আন্তঃআণবিক বলের ধারণা থেকে এর পক্ষে যুক্তি দাও।

২। মিতা এক মিটার লম্বা একটি রাবার ও ইস্পাতের তারকে দুটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে আটকিয়ে তার দুটির নিচের প্রান্তে সমান ভরের দুটি ভারী বস্তু ঝুলিয়ে টান টান করে করলো। সে দেখলো ইস্পাতের তুলনায় রাবারের তারটি অনেক বেশি লম্বা হয়েছে। বস্তু দুটি অপসারণের পর দেখা গেলো তার দুটি আগের দৈর্ঘ্যে ফিরে আসে। মিতু এখন বস্তু দুটিকে ইস্পাতের তারের সাথে যুক্ত করলো। সে দেখলো তারটি আগের চেয়ে অনেক বেশি লম্বা হয়েছে। বস্তু দুটি অপসারণ করে দেখলো তারটির দৈর্ঘ্য আর এক মিটার হলো না। এরপর ভারী বস্তু দুটি রাবারের তারে সংযুক্ত করলে তারটি ছিঁড়েই গেলো ।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. স্থিতিস্থাপকতা কী ?

খ. ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক—ব্যাখ্যা করো।

গ. আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে তার দুটির পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসা ব্যাখ্যা করো।

ঘ. একই ভরের বস্তু দুটি ইস্পাতের তারটিতে সংযুক্ত করলে বল অপসারণে পূর্বের অবস্থায় ফিরে না যাওয়া এবং রাবারের তারটির ছিঁড়ে যাওয়ার কারণ যথাযথ যুক্তিসহকারে বিশ্লেষণ করো।

Educationblog24.com

৩। একটি তারকে দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে মুক্ত প্রান্তে ভার প্রয়োগ ক্রমে ক্রমে বৃদ্ধি করলে বিভিন্ন ভারের জন্য মাত্রার পরিবর্তন হচ্ছে বিকৃতি। তারের বিভিন্ন সম্প্রসারণ পাওয়া যায়। একক ক্ষেত্রফলের প্রযুক্ত ভারই হচ্ছে পীড়ন। বলের ক্রিয়ায় বস্তুর বিকৃতি X-অক্ষের এবং পীড়নকে Y-অক্ষের দিকে বসিয়ে লেখচিত্র আঁকলে তাকে পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্র বলা হয়।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. স্থিতিস্থাপকতা কী ?

খ. ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক—ব্যাখ্যা করো।

গ. আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপক ধর্ম ব্যাখ্যা করো।

ঘ. পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্র থেকে পদার্থের স্থিতিস্থাপক আচরণ বিশ্লেষণ করো।

৪। বকুল 0.3 m লম্বা এবং 10^{-6} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘোরাচ্ছে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন 4.8×10^7 N m^{-2}।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. অসহ পীড়ন কী ?

খ. হুকের সূত্রটি বর্ণনা করো।

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত তারের অসহ বল কত ?

ঘ. বকুল বস্তুটিকে সর্বনিম্ন কত বেগে ঘোরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে ?

৫। দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 1 mm ও 3 mm। উভয়কে সমান বল দ্বারা টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির চারগুণ হয়। প্রথম তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2.0×10^{11} N m^{-2}।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. বিকৃতির একক কী ?

খ. পয়সনের অনুপাতের কোনো মাত্রা ও একক নেই কেন ?

গ. প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য 5 % বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় করো।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা নির্ণয় করো।

৬। একটি ধাতব গোলকের ওপর 3×10^6 N m^{-2} আয়তন পীড়ন প্রয়োগ করলে 0.4 আয়তন বিকৃতি হয়।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. স্থিতিস্থাপকতার আয়তন গুণাঙ্ক কী ?

খ. হুকের সূত্রটি ব্যাখ্যা করো।

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত গোলকের উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক কত ? উক্ত গোলকের ওপর 8×10^6 N m^{-2} আয়তন পীড়ন প্রযুক্ত হলে আয়তন বিকৃতি কত হবে ?

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে পদার্থের আন্তঃআণবিক বল ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

৭। তারের সাহায্যে ঝুলানো দোলনায় লোক বসলে তারের দৈর্ঘ্য 1 m থেকে বৃদ্ধি পেয়ে 1.01 m হয়। দেখা যায় এতে তারের ব্যাস হ্রাস পায়।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু কী ?

খ. অসহ পীড়ন বলতে কী বুঝ ?

গ. পয়সনের অনুপাত 0.2 হলে দোলনার তারের ব্যাস কতটুকু হ্রাস পায় ?

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

ঘ. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 1.5 গুণ হলে ব্যাসার্ধে কীরূপ পরিবর্তন আসবে—বিশ্লেষণ করো।

৮। দুটি একই রকম পাত্রে সমপরিমাণ পানি ও সমপরিমাণ মধু নিয়ে তা যদি ঢালা যায় তাহলে দেখা যায় যে, পানি ঢালা সহজ আর মধু যেন পড়ছে না। বিজ্ঞানীরা বলেন, প্রবাহিত হওয়ার ক্ষেত্রে মধু পানির চেয়ে বেশি রোধী, তাই পানির তুলনায় মধু বেশি সান্দ্র।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. সান্দ্রতা কী ?

খ. সান্দ্রতা সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র ব্যাখ্যা করে সান্দ্রতা সহগ বা সান্দ্রতাঙ্ক ব্যাখ্যা করো।

গ. 0.01 বর্গমিটার ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি পাত 2 mm পুরু গ্লিসারিনের একটি স্তরের ওপর রাখা হয়েছে। পাতটিকে $0.05\ m\ s^{-1}$ বেগে চালনা করতে 0.4 N অনুভূমিক বলের প্রয়োজন হলে, সান্দ্রতা গুণাঙ্কের মান নির্ণয় করো।

ঘ. কী কারণে পানি মধুর চেয়ে দ্রুত প্রবাহিত হয় ? পানি ও মধুর পাত্রের চাপ বৃদ্ধি করা হলে সান্দ্রতায় কী প্রভাব পড়বে ? পাত্র দুটির তাপমাত্রা বাড়ালে পানি ও মধুর সান্দ্রতা পরিবর্তিত হবে কি, হলে কেন ?

৯। $10^3\ kg\ m^{-3}$ ঘনত্বের তরলের ভেতর দিয়ে 5×10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি বায়ু বুদবুদ ওপরে ওঠছে। বুদবুদটির উর্ধ্বমুখী বেগ $5.45 \times 10^{-5}\ m\ s^{-1}$ এবং লোহার ঘনত্ব $7.8 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. সান্দ্রতা গুণাঙ্ক কাকে বলে ?

খ. সান্দ্রতা সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি বর্ণনা করো।

গ. উদ্দীপকের তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে, তরলের ভেতর দিয়ে বায়ু বুদবুদ ওপরে ওঠলেও একই ব্যাসার্ধের লোহার গোলক ঐ তরলের ভেতর দিয়ে নিচে পড়বে।

১০। দুটি লোহার নিরেট গোলকের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2 mm এবং 3 mm। গোলকদ্বয় একই সময় তরলভর্তি একটি লম্বা নলের মধ্যে ছেড়ে দেয়া হলো। ছোটো গোলকটি অন্তঃবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর 20 cm অতিক্রম করতে সময় নিলো 2.9 s। তরলের ঘনত্ব ও সান্দ্রতা গুণাঙ্ক যথাক্রমে $1.26 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ ও $0.83\ N\ s\ m^{-2}$। লোহার ঘনত্ব $7.8 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. সান্দ্রতা কাকে বলে ?

খ. পতনশীল গোলক সান্দ্র তরলের মধ্যে ধ্রুব বেগ প্রাপ্ত হয় কেন ?

গ. অন্তঃবেগ প্রাপ্ত হওয়ার পর ছোটো গোলকটির ওপর সান্দ্রতাজনিত বল নির্ণয় করো।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও কোন গোলকটি আগে নলের নিচে পৌঁছাবে ?

১১। ফায়েজা ও রাফিজা পুকুর পাড়ে একটি মাঠে বসে খেলছিল। ফায়েজা হঠাৎ রাফিজাকে বললো, দেখো দেখো রাফিজা পানির ওপর দিয়ে কী বড়ো বড়ো মশা হেঁটে বেড়াচ্ছে। রাফিজা ও ফায়েজা একটু অবাকই হলো, পানির ওপর দিয়ে আবার হাঁটা যায় নাকি ? কিন্তু তারা অবাক বিস্ময়ে দেখলো, সত্যিই মশা পানির ওপর দিয়ে হেঁটে বেড়াচ্ছে। মনে হলো পানির ওপর যেন একটি পাতলা পর্দা টান টান হয়ে আছে এবং তার ওপর দিয়ে মশা হেঁটে যাচ্ছে।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. পৃষ্ঠটান কী ?

খ. স্পর্শকোণ ব্যাখ্যা করো।

গ. আণবিক তত্ত্ব থেকে পৃষ্ঠটানের ব্যাখ্যা দাও।

ঘ. মশা পানির ওপর হাঁটতে পারছে কেন ? যুক্তি দাও। কারণসহ এরকম আরও দুটি ঘটনার ব্যাখ্যা দাও।

Educationblog24.com

১২। একটি ত্রুটিপূর্ণ পানির কল দিয়ে 4×10^{-7} m ব্যাসের ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। এরকম 27টি পানির ফোঁটা মিলে একটি বড়ো ফোঁটা তৈরি হলো। পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

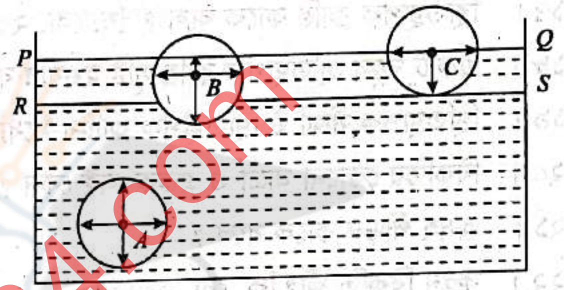
ক. পৃষ্ঠটানের একক ও মাত্রা লেখ।

খ. সুই এর ঘনত্ব পানির চেয়ে বেশি হওয়া সত্ত্বেও তা পানিতে ভাসতে পারে কেন ?

গ. বড়ো পানির ফোঁটার ব্যাস কত হবে নির্ণয় করো।

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণ এবং যথাযথ যুক্তির সাহায্যে দেখাও যে, উদ্দীপকে উল্লেখিত ঘটনায় পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

১৩। ল্যাপ্লাস আণবিক তত্ত্বের সাহায্যে তরলের পৃষ্ঠটানের ব্যাখ্যা প্রদান করেন। নিচের চিত্রে A, B ও C তিনটি তরলের অণুকে প্রভাব গোলকসহ দেখানো হয়েছে। PQ তরল পৃষ্ঠ।



নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. স্পর্শকোণ কী ?

খ. গাছের গোড়ায় পানি দিলে সে পানি গাছের ডাল পালায় কীভাবে পৌঁছায় ?

গ. উদ্দীপকের চিত্রে কোন অণুটির নিচের দিকে যাওয়ার প্রবণতা বেশি—ব্যাখ্যা করো।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রের আলোকে ল্যাপ্লাসের তত্ত্বের সাহায্যে তরলের পৃষ্ঠটান ব্যাখ্যা করো।

১৪। পৃষ্ঠটান তরলের একটি সাধারণ ধর্ম। পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. স্পর্শকোণ কাকে বলে ?

খ. অভিকর্ষের প্রভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় না কেন ?

গ. 1mm ব্যাসার্ধের একটি বড়ো বৃষ্টির ফোঁটা ভূ-পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে দশ লক্ষ ক্ষুদ্র পানির ফোঁটায় পরিণত হলো। এতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় করো।

ঘ. সাবানগোলা পানি সাধারণ পানির চেয়ে বেশি ভালোভাবে কাপড় পরিষ্কার করতে পারে—পৃষ্ঠটানের আলোকে এ ঘটনা ব্যাখ্যা করো।

গ-বিভাগ : সাধারণ প্রশ্ন

১। আন্তঃআণবিক বল কাকে বলে ?

২। পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো।

৩। আণবিক দূরত্বের পরিবর্তনে আন্তঃআণবিক বলের কীরূপ পরিবর্তন ঘটে ? [সি. বো. ২০১৯]

৪। সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ না বিকর্ষণ বল লাভ করে—ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. ২০১৯]

৫। পদার্থের বন্ধন কত প্রকার ও কী কী ?

৬। বন্ধনশক্তি কাকে বলে ? [সি. বো. ২০১৯]

৭। স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে ? [ঢা. বো. ২০১৫]

৮। স্থিতিস্থাপক বলের সংজ্ঞা দাও। [ঢা. বো. ২০১৯]

৯। বিকৃতি কাকে বলে ? [রা. বো. ২০১৯]

Educationblog24.com

১০। পীড়ন কাকে বলে ? [ঢা. বো. ২০১৭; ব. বো. ২০১৬]

১১। আন্তঃআণবিক বলের আলোকে পদার্থের স্থিতিস্থাপক আচরণ ব্যাখ্যা করো।

১২। কঠিন বস্তুর আন্তঃআণবিক বলই স্থিতিস্থাপকতার কারণ—ব্যাখ্যা করো। [অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]

১৩। স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বোঝায় ? [কু. বো. ২০১৭; সি. বো. ২০১৭; ব. বো. ২০১৯]

১৪। নমনীয় বস্তু কী ?

১৫। পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু কাকে বলে ?

১৬। পূর্ণদৃঢ়বস্তু কাকে বলে ?

১৭। স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে ? [য. বো. ২০১৭; চ. বো. ২০১৭; দি. বো. ২০১৯]

১৮। একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো। [অভিন্ন প্রশ্ন (ক সেট) ২০১৮]

১৯। স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী ? [ঢা. বো. ২০১৭]

২০। বিকৃতির কোনো মাত্রা ও একক নেই কেন ?

২১। অসহ পীড়ন কাকে বলে ?

২২। কৃন্তন বিকৃতি কী? [কু. বো. ২০১৯]

২৩। পিতলের অসহ পীড়ন 3×10^8 N m^{-2} বলতে কী বোঝায় ?

২৪। হুকের সূত্রটি বিবৃত করো। [য. বো. ২০১৬]

২৫। ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2} বলতে কী বোঝায় ? [য. বো. ২০১৬]

২৬। সীসার আয়তন গুণাঙ্ক 1.6×10^{10} N m^{-2} বলতে কী বোঝায় ?

২৭। সংনম্যতা কী ? [ঢা. বো. ২০১৯; কু. বো. ২০১৯]

২৮। স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে ? বিভিন্ন প্রকার স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।

২৯। একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক সমান হবে কিনা ব্যাখ্যা করো।

৩০। পয়সনের অনুপাত কাকে বলে ? [দি. বো. ২০১৯]

৩১। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L_o}{r}\frac{\Delta r}{\Delta L}$; এ সূত্রটি ব্যাখ্যা করো।

৩২। দেখাও যে, পয়সনের অনুপাতে কোনো মাত্রা বা একক নেই।

৩৩। পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক বলতে কী বোঝায় ? [দি. বো. ২০১৯]

৩৪। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের ওপর নির্ভর করে না কেন ? [অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]

৩৫। তারের প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়—ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২০১৭]

৩৬। স্প্রিং তৈরিতে উপাদান হিসেবে তামা ও ইস্পাতের মধ্যে কোনটি বেশি কার্যকর —ব্যাখ্যা করো। [মা. বো. ২০১৯]

৩৭। তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের মান ঋণাত্মক পাওয়া গেলেও বাস্তবে তা অসম্ভব—ব্যাখ্যা করো।

৩৮। স্রোতরেখা প্রবাহ কাকে বলে ?

৩৯। বিক্ষিপ্ত প্রবাহ কাকে বলে ?

৪০। প্রবাহীর সান্দ্রতা বলতে কী বোঝায় ? [ঢা. বো. ২০১৭; দি. বো. ২০১৬, ২০১৭; অভিন্ন প্রশ্ন (ক সেট) ২০১৮]

৪১। সান্দ্রতা কেন প্রবাহী পদার্থে সৃষ্টি হয় ? ব্যাখ্যা করো। [রা. বো. ২০১৬]

Educationblog24.com

৪২। সান্দ্রতা সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি বর্ণনা করো এবং সেখান থেকে সান্দ্রতা সহগের সংজ্ঞা দাও।
৪৩। সান্দ্রতা সহগ কাকে বলে ? [অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮; চ. বো. ২০১৯]
৪৪। সান্দ্রতা সহগের একক কী ?
৪৫। ঘর্ষণের সাথে সান্দ্রতার সম্পর্ক কী ?
৪৬। সান্দ্রতা সহগের মাত্রা সমীকরণ লেখ। [য. বো. ২০১৭]
৪৭। তরলে পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে স্টোকসের সূত্র ব্যাখ্যা করো।
৪৮। প্রান্তিক বেগের সংজ্ঞা দাও। [চ. বো. ২০১৫; কু. বো. ২০১৬; মা. বো. ২০১৯]
৪৯। অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগপ্রাপ্ত হয় না কেন ? [দি. বো. ২০১৭]
৫০। পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে পড়ে কেন ? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২০১৭]
৫১। সান্দ্র তরলের মধ্যদিয়ে ধাতব গোলক পতিত হলে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ ? [য. বো. ২০১৯]
৫২। বৃষ্টির ফোঁটা গোলাকার আকার ধারণ করে কেন ? [সি. বো. ২০১৬; ব. বো. ২০১৬; অভিন্ন প্রশ্ন (ক সেট) ২০১৮]
৫৩। পৃষ্ঠটান কাকে বলে ? [চ. বো. ২০১৬; ব. বো. ২০১৯; মা. বো. ২০১৫]
৫৪। আণবিক পাল্লা ও প্রভাব গোলক বলতে কী বোঝায় ?
৫৫। ল্যাপ্লাসের তত্ত্ব বা আণবিক ধারণা থেকে পৃষ্ঠটানের ব্যাখ্যা দাও।
৫৬। সংসক্তি বল কাকে বলে ? [কু. বো. ২০১৯; রা. বো. ২০১৬]
৫৭। আসঞ্জন বল কাকে বলে ?
৫৮। পৃষ্ঠশক্তি কী ? [ব. বো. ২০১৫ অভিন্ন প্রশ্ন (ক সেট) ২০১৮]
৫৯। পৃষ্ঠশক্তি ও পৃষ্ঠটানের মধ্যে সম্পর্ক কী ?
৬০। একটি বড়ো বৃষ্টির ফোঁটা ভেঙ্গে অনেকগুলো ছোটো ফোঁটায় পরিণত করলে তাপমাত্রার কী পরিবর্তন হবে— ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২০১৫]
৬১। স্পর্শকোণ কাকে বলে ? [কু. বো. ২০১৫; সি. বো. ২০১৫; ঢা. বো. ২০১৬]
৬২। বৃষ্টির ফোঁটা কচুপাতাকে ভেজায় না অথচ আম পাতাকে ভেজায় কেন ? ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২০১৫]
৬৩। তরলের ঘনত্বের সাথে স্পর্শকোণের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২০১৯]
৬৪। কাচপৃষ্ঠে সমপরিমাণ তেল ও গ্লিসারিন রাখলে কোনটি বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে ? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২০১৯]
৬৫। কৈশিকতা কাকে বলে ? [রা. বো. ২০১৯]
৬৬। জুরিনের সূত্রটি বিবৃত করো।
৬৭। কাচের তৈরি কৈশিক নলের মধ্য দিয়ে পানির ওপরে ওঠার কারণ ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২০১৭]
৬৮। কৈশিক নলে পারদের অবনমন হয় কেন ? ব্যাখ্যা করো। [ব. বো. ২০১৯]
৬৯। কাচে তৈলাক্ত পদার্থ লাগালে স্পর্শকোণ বৃদ্ধি পায়—ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২০১৬]
৭০। শিশির নলে তরলের উত্থান বা পতনের কারণ ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২০১৭]
৭১। ছাতার কাপড়ে ছিদ্র থাকা সত্ত্বেও বৃষ্টির পানি ভেতরে প্রবেশ করে না কেন—ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২০১৬]
৭২। শীতল পানি থেকে গরম পানির গতি দ্রুততর কেন ? ব্যাখ্যা দাও। [ঢা. বো. ২০১৯]

Educationblog24.com
Academic & Admission
We Rise By Lifting Others

ঘ-বিভাগ : গাণিতিক সমস্যা

ক গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১–৭.৯, ৭.১১, ৭.১২ : স্থিতিস্থাপকতা]

৭ক ১। 0.4 cm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তারে 25 kg এর একটি বস্তু ঝুলিয়ে দেয়া হলো। তারের 1m দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 1.02 m হলো। তারের বিকৃতি, পীড়ন ও ইয়ং গুণাঙ্ক বের করো। [উঃ 0.02, 1.95×10^7 N m^{-2}, 9.75×10^8 N m^{-2}]

৭ক ২। 3 m দৈর্ঘ্যের একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 4 mm^2। এতে 10 kg ভার ঝুলানো হলে (ক) পীড়ন (খ) বিকৃতি ও (গ) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি বের করো। [$Y = 1.96 \times 10^{11}$ N m^{-2}]
[উঃ (ক) 2.45×10^7 N m^{-2}; (খ) 1.25×10^{-4}; (গ) 3.75×10^{-4} m]

৭ক ৩। 3 m লম্বা এবং 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর 8.5×10^3 N বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 0.2 cm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক বের করো। [উঃ 1.275×10^{11} N m^{-2}]

৭ক ৪। 5.0×10^{-4} m ব্যাসের একটি তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 9.0×10^{10} N m^{-2}। তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে ? [উঃ 883.125 N]

৭ক ৫। 1×10^{-4} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে কত বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হবে ? [$Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}] [উঃ 2×10^7 N]

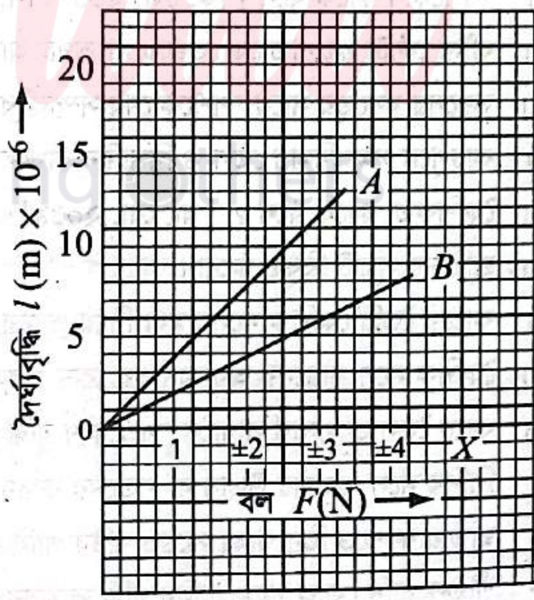
৭ক ৬। একটি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে হলে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় করো। [উঃ 3×10^{10} N m^{-2}] [কু. বো. ২০০২; ব. বো. ২০০৭]

৭ক ৭। ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}। 5 m দীর্ঘ 2 mm ব্যাসবিশিষ্ট ইস্পাতের তারের 2.5 cm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কত ভর ঝুলাতে হবে ? [উঃ 320.4 kg]

৭ক ৮। 2 m দীর্ঘ ঝুলন্ত একটি তারের নিচের প্রান্তে 8 kg ভর ঝুলালে এর দৈর্ঘ্য 0.5 mm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2} হলে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। [উঃ 1.568×10^{-6} m^2]

৭ক ৯। 6 m দীর্ঘ এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি খাড়া তারের প্রান্তে 20 kg এর একটি ভর ঝুলিয়ে দেয়া হলো। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2.35×10^{11} N m^{-2} হলে তারটি কতটুকু বৃদ্ধি পাবে ? [উঃ 5 mm]

৭ক ১০। চিত্র অনুসারে *A* তারের আদি দৈর্ঘ্য 1m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2। অপরদিকে 2 m দৈর্ঘ্যের *B* তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.2×10^{11} N m^{-2}। তার দুটির একটি অপেক্ষাকৃত মোটা এবং অপরটি অধিক স্থিতিস্থাপক। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুটির দৈর্ঘ্য-বৃদ্ধির লেখচিত্র চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে। *A* ও *B* দুটি তারের একটি দিয়ে বড়ো একটি বোঝাকে বেঁধে অপর তারটি দিয়ে তা টেনে নিয়ে যাওয়া হলো।



(ক) *A* তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

(খ) তার দুটির কোনটিকে কোন কাজে ব্যবহার করা উপযোগী তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

উঃ (ক) 2.2×10^{11} N m^{-2};

(খ) *A* তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1×10^{-6} m^2 এবং *B* তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 7.33×10^{-6} m^2। *A* তারের ইয়ং গুণাঙ্ক = 2×10^{11} N m^{-2} এবং *B* তারের ইয়ং গুণাঙ্ক = 1.2×10^{11} N m^{-2}। ∵ *A* তার

Educationblog24.com

অপেক্ষা *B* তার মোটা এবং *B* তার অপেক্ষা *A* তারের স্থিতিস্থাপকতা বেশি। সুতরাং বোঝাটি বাঁধতে *B* তার এবং টেনে নেওয়ার জন্য *A* তার ব্যবহার করা উপযোগী।] [ঢা. বো. ২০১৭]

৭ক ১১। একটি তারের $Y = 20 \times 10^{11}$ N m^{-2}। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন কত ? [উ: 3×10^{11} N m^{-2}]। [মা. বি. প্র. বি. ২০১৫–২০১৬]

৭ক ১২। 1 বর্গ সে. মি প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারে কত বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে ? ($Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2})। [উ: 2×10^{7} N]। [মা. বি. প্র. বি. ২০১৬–২০১৭]

৭ক ১৩। একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1×10^{-4} m^2। তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি করার জন্য 2×10^{6} N বল প্রয়োগ করা হলে তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কত হবে ? [উ: 2×10^{11} N m^{-2}]। [জা.বি.২০১৫–২০১৬]

৭ক ১৪। 1×10^{-4} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে কত বল প্রয়োগ করলে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হবে ? ($Y = 2 \times 10^{-11}$ N m^{-2}] [উ: 2×10^{7} N]। [জা. বি. ২০১৬–২০১৭]

৭ক ১৫। সমান দৈর্ঘ্যে দুটি ইস্পাতের তারের ব্যাস যথাক্রমে 1.0 mm ও 2.0 mm। তার দুটিকে যথাক্রমে 40 N ও 80 N বল দ্বারা টানা হলে, এদের প্রসারণের অনুপাত নির্ণয় করো। [উ: 2 : 1]

৭ক ১৬। একটি পদার্থের দুটি তার *A* এবং *B* এর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1 : 2 এবং ব্যাসের অনুপাত 2 : 1। যদি একই বল দ্বারা তার দুটিকে টানা হয়, তখন *A* এবং *B* এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অনুপাত কী হবে ? [উ: 1 : 8]

৭ক ১৭। 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 6% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে ? [ইস্পাতের $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2}] [উ: 1.2×10^{4} N] [মা. ভা. বি. প্র. বি. ২০১৫–২০১৬]

৭ক ১৮। 1 m লম্বা ও 1 mm ব্যাসের একটি তারের এক প্রান্তে 80 N এর একটি ওজন ঝুলাতে হবে। যদি এক্ষেত্রে 1 mm এর বেশি দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি গ্রহণযোগ্য না হয়, তাহলে তামার তার ব্যবহার করা যাবে কি ? [তামার ইয়ং গুণাঙ্ক = 13×10^{10} N m^{-2}]

[উ: এক্ষেত্রে তামার তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হবে 0.8 mm, সুতরাং তামার তার ব্যবহার করা যাবে।]

৭ক ১৯। দুটি তারের প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য 3 m এবং এদের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে 1.6×10^{11} N m^{-2} এবং 1.8×10^{11} N m^{-2}। তার দুটির তার দুটির দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ হলে দেখা যায় দ্বিতীয়টি প্রথমটির দ্বিগুণ প্রসারিত হয়েছে। তার দুটির ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় করো। [উ: 3 : 2]

৭ক ২০। কোনো তারের দৈর্ঘ্য 3 m এবং ভর 20 g। 50 N টানে এর দৈর্ঘ্য 1 mm বাড়ে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। তারের ঘনত্ব 7.5×10^{3} kg m^{-3}। [উ: 1.69×10^{11} N m^{-2}]

৭ক ২১। সমান দৈর্ঘ্যের দুটি ভিন্ন পদার্থের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলো। ফলে দ্বিতীয় তারটি প্রথমটির 2.5 গুণ প্রসারিত হলো। তার দুটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে 1.8×10^{11} N m^{-2} ও 1.6×10^{11} N m^{-2}। এদের ব্যাসের অনুপাত নির্ণয় করো। [উ: 1.4907 : 1] [রুয়েট : ২০১১–২০১২]

৭ক ২২। 2 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের সাথে 15 kg ভর ঝুলানো আছে। ভর ঝুলানো অবস্থায় তারটির দৈর্ঘ্য 4 m। তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.3×10^{10} N m^{-2}। ভরটি সরিয়ে নিলে তারটির দৈর্ঘ্য কী পরিমাণ সঙ্কুচিত হবে ? [উ: 0.0225 m]

৭ক ২৩। 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 2×10^{11} N m^{-2}। তারটিতে কত বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের 10% হবে ? [উ: 2×10^{4} N]

৭ক ২৪। একটি তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘোরানো হচ্ছে। তারটি 0.3 m লম্বা এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2। তারটি যে পদার্থে তৈরি তার অসহ পীড়ন 4.8×10^{7} N m^{-2}। বস্তুটিকে সর্বোচ্চ কত কৌণিক বেগে ঘোরানো যেতে পারে নির্ণয় করো। [উ: 4 rad s^{-1}]

Educationblog24.com

৭ক ২৫। দুটি নির্দিষ্ট প্রান্তবিন্দুর মধ্যবর্তী 50 মিটার লম্বা একটি অ্যালুমিনিয়াম তারের মধ্যে শীতকালে টানা বল 100 kN। শীত ও গ্রীষ্মকালের মধ্যে পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রা ব্যবধান 20°C। যদি তারের ব্যাসার্ধ 1 cm, উপাদানের তাপীয় দৈর্ঘ্য প্রসারাঙ্ক 20×10^{-6}/°C এবং ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.1×10^{7} N m^{-2} হয় তবে গ্রীষ্মকালে তারের মধ্যে সৃষ্ট বলের পরিমাণ নির্ণয় করো। [উ: 1.38 N]

৭ক ২৬। 130 cm দীর্ঘ এবং 1.1 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তারকে 830° C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে তারের দু প্রান্ত দুটি দৃঢ় বন্ধনীর সাথে এরূপ আঁটকিয়ে দেয়া হলো যেন তারটি দুপাশে টানা অবস্থায় থাকে। তারটি ঠাণ্ডা হয়ে 20° C-এ নেমে আসলে তারে কী পরিমাণ টান সৃষ্টি হবে? [ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 200 \times 10^{9}$ N m^{-2}, প্রসারাঙ্ক, $\alpha = 11 \times 10^{-6}$/°C] [উ: 1692.63 N]

৭ক ২৭। ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য 6 cm এবং $Y = 2 \times 10^{11}$ N m^{-2} হলে, 5 kg ভর ঘনকের নিচের তলের মাঝ বরাবর ঝুলালে আয়তন গুণাঙ্ক বের করো। ($\sigma = 0.331$) [উ: 1.96×10^{11} N m^{-2}] [বুয়েট : ২০১৫–২০১৬]

৭ক ২৮। পানির উপরিতলে পানির ঘনত্ব 1.03×10^{3} kg m^{-3} হলে 800 atm চাপ গভীরতায় পানির ঘনত্ব কত হবে? [দেওয়া আছে পানির সংনম্যতা = 45.8×10^{-11} Pa^{-1} এবং 1 atm = 1.013×10^{5} Pa]। [উ: 1069.7 kg m^{-3}]

৭ক ২৯। একটি দেয়াল হতে 4.8 cm ব্যাসার্ধের একটি অ্যালুমিনিয়ামের দণ্ড অনুভূমিকভাবে 5.3 cm প্রক্ষেপিত আছে। দণ্ডটির শেষ প্রান্তে 1200 kg ভরের একটি বস্তু ঝোলানো হলো। অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবর্তন-গুণাঙ্ক 3×10^{10} N m^{-2}। দণ্ডটির ভরকে উপেক্ষা করে (a) দণ্ডটির ব্যবর্তন পীড়ন এবং (b) দণ্ডটির প্রান্তের উল্লম্ব বিচ্যুতি নির্ণয় করো। [উ: (a) 6.5×10^{6} N m^{-2}; (b) 1.148×10^{-3} cm] [বুয়েট : ২০১৬–২০১৭]

৭ক ৩০। 5 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাসের তারে 100 kg ভর চাপালে দৈর্ঘ্য 0.3 mm প্রসারিত হয়। তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? [উ: 0.147 J] [কুয়েট : ২০১৬–২০১৭]

৭ক ৩১। 5 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাসবিশিষ্ট তারে 25 kg ভর ঝুলানোর ফলে দৈর্ঘ্য 0.1 mm প্রসারিত হলে তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। [উ: 0.01225 J] [বুয়েট : ২০১৪–২০১৫]

৭ক ৩২। 2 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm^{2} প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তারকে টেনে 0.1 mm প্রসারিত করতে প্রয়োজনীয় কাজের পরিমাণ কত? ($Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2}) [উ: 5×10^{-4} J] [কুয়েট : ২০১৫–২০১৬]

৭ক ৩৩। কোনো ধাতুর ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1×10^{11} Nm^{-2} এবং দৈর্ঘ্য পীড়ন 1.96×10^{6} N m^{-2}। ধাতুটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটলে ধাতুটির প্রতি ঘনমিটারে সর্বোচ্চ কী পরিমাণ স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হতে পারে? [উ: 19.208 J]

৭ক ৩৪। পারদের আয়তন গুণাঙ্ক 2.2×10^{10} N m^{-2}। এক লিটার পারদের আয়তন 2×10^{-6} m^{-3} হ্রাস করতে (i) কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? (ii) পারদে কী পরিমাণ স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হবে?
[উ: (i) 0.044 J; (ii) 0.044 J]

৭ক ৩৫। একটি স্টিল তারের ওপর 10 N বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 0.1 mm। বলের পরিবর্তন করার ফলে একই দৈর্ঘ্যের এবং দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের অন্য একটি তারে সমপরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে।
(ক) উদ্দীপকের প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে কৃতকাজ নির্ণয় করো।
(খ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।
[উ: (ক) 5×10^{-4} J; (খ) বল 30 N বৃদ্ধি করতে হবে] [ব. বো. ২০১৯]

৭ক ৩৬। একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে 200 cm দৈর্ঘ্য ও 1 mm^{2} প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানের তার *A* ও *B* ঝুলিয়ে তারদ্বয়ের নিচে 10 kg করে ভর ঝুলানো হলো। ফলে *A* তারটির দৈর্ঘ্য 7% ও *B* তারটির দৈর্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেলো। $g = 9.8$ m/s^{2}।
(গ) *B* তারটির একক আয়তনের বিভবশক্তি কত?
(ঘ) সমান বল প্রয়োগে বস্তুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

Educationblog24.com

[উঃ (ক) 3.92×10^6 J ; (খ) A তারের ইয়ং গুণাঙ্ক 1.4×10^9 N m^{-2}; B তারের ইয়ং গুণাঙ্ক 1.22×10^9 N m^{-2} অর্থাৎ যে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি বেশি সে তারের ইয়ং গুণাঙ্ক কম এবং যে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কম তার ইয়ং গুণাঙ্ক বেশি।] [ঢা. বো. ২০১৯]

৭ক ৩৭। পানির উপরিতলে পানির ঘনত্ব 1.03×10^3 kg m^{-3} হলে 800 atm চাপ গভীরতার পানির ঘনত্ব কত হবে ? [দেওয়া আছে পানির সংনম্যতা = 45.8×10^{-8} Pa^{-1} এবং 1 atm = 1.013×10^5 Pa] ।

[উঃ 1069.7 kg m^{-3}] [বুয়েট : ২০১৬–২০১৭]

খ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১০ : পয়সনের অনুপাত]

৭খ ১। 1 m দীর্ঘ কোনো তারের ব্যাস 5 mm তারের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি বল প্রয়োগ করায় এর ব্যাস 0.01 mm হ্রাস পায় এবং দৈর্ঘ্য 2 cm বৃদ্ধি পায়। পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো। [উঃ 0.1] চ. বো. ২০১৫]

৭খ ২। 1 m লম্বা ও 1 mm ব্যাসের একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.025 cm হলে তারটির ব্যাস কতটুকু হ্রাস পাবে ? তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত = 0.1। [উঃ 2.5×10^{-8} m] [রা. বো. ২০১৬]

৭খ ৩। একটি তারে 0.01 দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে পার্শ্ব বিকৃতি 0.0024 হলে, তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত কত ?

[উঃ 0.24] [সি. বো. ২০১৫]

৭খ ৪। একটি পরীক্ষাগারে দুটি কক্ষ। কক্ষ দুটিতে দুটি তার ঝুলানো আছে। প্রথম কক্ষের কক্ষতাপমাত্রা 2 °C এবং দ্বিতীয় কক্ষের কক্ষতাপমাত্রা 50 °C। দ্বিতীয় তারটি প্রথম তার অপেক্ষা মোটা। প্রথম তারের দৈর্ঘ্য 1m এবং ব্যাস 5 mm; 3 kg ভর ঝুলানোর ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো 1 cm এবং ব্যাস হ্রাস 0.01 mm। আবার দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য 3 m ব্যাস 15 mm। সমভর দেওয়ায় দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো 3 cm এবং ব্যাস হ্রাস 0.03 mm।

(ক) প্রথম ও দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাতের তুলনা করো।

(খ) তার দুটির মধ্যে কোনটির অসহ ভার বেশি বলে তুমি মনে করো ? মতামত ব্যক্ত করো।

[উঃ (ক) তারদ্বয়ের পয়সনের অনুপাত একই অর্থাৎ 0.2;
(খ) এখানে প্রথম তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক দ্বিতীয় তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্কের চেয়ে বেশি। সুতরাং দ্বিতীয় তারের চেয়ে প্রথম তারের অসহ ভার বেশি।] [দি. বো. ২০১৫]

৭খ ৫। A ও B দুটি তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নের ছকে প্রদান করা হলো :

তার	দৈর্ঘ্য L(m)	ব্যাসার্ধ r(mm)	বল F(N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ l(mm)	ব্যাসের হ্রাস d(mm)
A	0.80	0.5	5	7	0.005
B	0.75	0.6	6	8	0.01

(ক) A তারের পয়সনের অনুপাত হিসাব করো।

(খ) A ও B তারটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

[উঃ (ক) 0.57; (খ) A তারের জন্য ইয়ং গুণাঙ্ক $Y_A = 7.27 \times 10^8$ N m^{-2} এবং B তারের জন্য $Y_B = 4.97 \times 10^8$ N m^{-2} $\because Y_A > Y_B$ $\therefore$ A তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক]

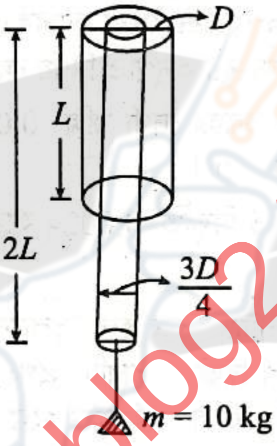
[ব. বো. ২০১৫]

৭খ ৬। ইতি তার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও 4 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের নিচ প্রান্তে ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিলো এবং তার বান্ধবী বিথীকে বললো যে, তার পরীক্ষায় দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তন যথাক্রমে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটা শুনে বিথী বললো, হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে। (তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}$ N/m^2)

Educationblog24.com

(ক) উদ্দীপকে বর্ণিত তারটির দৈর্ঘ্য 10 mm বৃদ্ধি করতে কত ভার চাপতে হবে ?
(খ) বিথীর উক্তির যথার্থতা গাণিতিকভাবে যাচাই করো।
[উঃ (ক) 816.33 kg বা, 8000 N; (খ) উদ্দীপকে প্রদত্ত পাঠ অনুযায়ী পয়সনের অনুপাত পাওয়া যায় 1.2 কিন্তু বাস্তবে পয়সনের অনুপাতের মান –1 ও $\frac{1}{2}$ এর মধ্যে থাকার কথা। সুতরাং ইতির নেওয়ার পাঠে ভুল ছিল। অর্থাৎ বিথীর উক্তি যথার্থ ছিল।] [রা. বো. ২০১৭]

৭খ ৭।



একটি তারে 10 kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।

উপাদান	Y-এর মান
অ্যালুমিনিয়াম	7×10^{10} N m^{-2}
লোহা	11.5×10^{10} N m^{-2}
তামা	13×10^{10} N m^{-2}
ইস্পাত	20×10^{10} N m^{-2}

(ক) উদ্দীপকের তারের পয়সনের অনুপাতের মান নির্ণয় করো।
(খ) তারের ব্যাস $D = 4.22 \times 10^{-2}$ mm হলে উদ্দীপকের তথ্য মতে এটি কোন পদার্থের তৈরি, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।
[উঃ (ক) 0.25; (খ) তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 7 \times 10^{10}$ N m^{-2}. অতএব উদ্দীপকের তথ্যমতে এটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।] [সি. বো. ২০১৭]

৭খ ৮। 2 mm ও 4 mm ব্যাসের ও অভিন্ন দৈর্ঘ্যের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলানো হলো। তার দুটিতে অভিন্ন ওজন প্রয়োগ করার ফলে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির এক-তৃতীয়াংশ হলো। দ্বিতীয় তারটির পয়সনের অনুপাত 0.4।
(ক) দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করা হলে ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে নির্ণয় করো।
(খ) উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো।
[উঃ (ক) 4×10^{-5} m হ্রাস পাবে; (খ) প্রথম তারের ইয়ং গুণাঙ্ক Y_1, দ্বিতীয় তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক Y_2 এর 1.33 গুণ। অর্থাৎ $Y_1 > Y_2$, অতএব প্রথম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক] [চ. বো. ২০১৭]

৭খ ৯। একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। পয়সনের অনুপাত কত ? [উ: 0.5 [পা.বি.প্র.বি. ২০১৫–২০১৬]

৭খ ১০। একটি তারের 0.01 দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে পার্শ্ববিকৃতি 0.004 হলে তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত কত ? [উ: 0.4] [কু. বি. ২০১৬–২০১৭]

৭খ ১১। বল প্রয়োগের ফলে একটি তারের দৈর্ঘ্য 1% পরিবর্তন হলে এর ব্যাস শতকরা কতভাগ পরিবর্তন হবে ? [পয়সনের অনুপাত 0.2] [উ: 0.2%]

৭খ ১২। 1m দীর্ঘ কোনো তারের ব্যাস 5 mm। তারের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি বল প্রয়োগ করায় এর ব্যাস 0.01 mm হ্রাস পায় এবং দৈর্ঘ্য 2 cm বৃদ্ধি পায়। পয়সনের অনুপাত কত হবে ? [উ: 0.1] [মা. বি. প্র. বি. ২০১৬–২০১৭]

গ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.১৩–৭.১৯ : সান্দ্রতা]

৭গ ১। 0.01 বর্গমিটার ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি পাত 2 mm পুরু গ্লিসারিনের একটি স্তরের ওপর রাখা হয়েছে। পাতটিকে 0.05 m s^{-1} বেগে চালনা করতে 0.4 N অনুভূমিক বলের প্রয়োজন হলে সান্দ্রতা গুণাঙ্কের মান নির্ণয় করো। [উ: 1.6 N s m^{-2}] [খু. বি. ২০১৭–২০১৮; কু. বো. ২০০৭]

৭গ ২। কোনো ধাতবপাতের ক্ষেত্রফল 2×10^{-2} m^2। একে 1.5×10^{-3} m পুরু তেলের আস্তরণের ওপর দিয়ে 4.5×10^{-2} m s^{-1} বেগে নিয়ে যেতে কত বল প্রয়োজন হবে ? তেলের সান্দ্রতা সহগ 2 N s m^{-2}। [উ: 1.2 N]

৭গ ৩। 2×10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি লোহার বল তার্পিন তেলের ভেতর দিয়ে 4×10^{-2} m s^{-1} প্রান্ত বেগ নিয়ে পড়ছে। যদি লোহা ও তার্পিন তেলের ঘনত্ব যথাক্রমে 7.8×10^3 kg m^{-3} এবং 0.87×10^3 kg m^{-3} হয়, তবে তার্পিন তেলের সান্দ্রতাঙ্ক নির্ণয় করো। [উ: 15.092×10^{-3} N s m^{-2}]

৭গ ৪। 50 km উঁচু থেকে পড়ন্ত দুটি শিলাপিণ্ডের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 ঃ 2। শিলাপিণ্ড দুটির অন্ত্যবেগের অনুপাত কত ? [উ: 1ঃ 4]

৭গ ৫। 1.34×10^{-4} kg ভর এবং 4.4×10^{-3} m ব্যাসবিশিষ্ট একটি কাচের বল 0.943×10^{-4} kg m^{-3} ঘনত্ববিশিষ্ট তেলের মধ্যদিয়ে সুষম বেগে 6.4 s সময়ে 0.381 m নিচে পড়ে। তেলের সান্দ্রতা সহগের মান কত ? [উ: 0.532 kg $m^{-1}s^{-1}$] [বুয়েট : ২০১৪–২০১৫]

৭গ ৬। একটি বৃষ্টির ফোঁটা 30 m s^{-1} প্রান্তিক বেগে বায়ুর মধ্যদিয়ে পড়ছে। পানির ঘনত্ব = 10^3 kg m^{-3} এবং পানির সাপেক্ষে বায়ুর ঘনত্ব = 1.3×10^{-3}। বায়ুর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক যদি 1.8×10^{-5} SI একক হয় তবে বৃষ্টির ফোঁটাটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। [উ: 4.983×10^{-4} m]

৭গ ৭। 4×10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি সীসা গোলক গ্লিসারিনের ভেতর দিয়ে 6.5×10^{-3} m s^{-1} প্রান্ত্যবেগ নিয়ে পড়ছে। সীসার ও গ্লিসারিনের ঘনত্ব যথাক্রমে 11.37×10^3 kg m^{-3}, 1.26×10^3 kg m^{-3} হলে গ্লিসারিনের সান্দ্রতাঙ্ক নির্ণয় করো। [উ: 0.542 N s m^{-2}]

৭গ ৮। পানির ফোঁটা বায়ুর মধ্যদিয়ে 1.2 cm s^{-1} অন্ত্যবেগে পতিত হলে ফোঁটাটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। দেওয়া আছে, বাতাসের সান্দ্রতা সহগ = 1.8×10^{-4} N s m^{-2} এবং বাতাসের ঘনত্ব = 1.21×10^{-3} g/cc। [উ: 3.15×10^{-5} m]

৭গ ৯। একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাসার্ধ 5×10^{-4} m। এটি 0.15 N s m^{-2} সান্দ্রতা সহগবিশিষ্ট একটি তরলের মধ্যদিয়ে ওপরের দিকে ওঠলে এর অন্ত্যবেগ কত ? তরলটির ঘনত্ব 900 k g m^{-3}। তরলের তুলনায় বায়ুর ঘনত্ব উপেক্ষা করো। [উ: 3.27×10^{-3} m s^{-1}]

৭গ ১০। কোনো তরলের ভেতর দিয়ে 5×10^{-6} m ব্যাসার্ধের একটি বায়ু বুদবুদ ওঠছে। বুদবুদটির ঊর্ধ্বমুখী বেগ 5.45×10^{-5} m s^{-1}। তরলের ঘনত্ব 10^3 kg m^{-3} হলে তরলের সান্দ্রতা সহগ কত ? [উ : 10^{-3} N s m^{-2}]

Educationblog24.com

ঘ গুচ্ছ

[অনুচ্ছেদ ৭.২০–৭.২৪ : পৃষ্ঠটান]

৭ঘ ১। পানির উপরিতলে রাখা 0.75 m দীর্ঘ এক খণ্ড তারকে টেনে তুলতে 10.9×10^{-2} N বল প্রয়োজন হয়। পানির পৃষ্ঠটান কত ? [উ: 72.66×10^{-3} N m^{-1}]

৭ঘ ২। একটি পানির ফোঁটার ব্যাস 2×10^{-3} m। একে ভেঙে 10^9 টি সমআয়তনের পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা তৈরি করতে কী পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হবে ? পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}। [উ: 9.034×10^{-4} J]

৭ঘ ৩। 1 cm ব্যাসার্ধের একটি পারদ ফোঁটাকে এক মিলিয়ন সমআয়তন ফোঁটায় বিভক্ত করা হলো। এতে কী পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হলো ? পারদের পৃষ্ঠটান 550×10^{-3} N m^{-1}। [উ: 68.39×10^{-3} J]

৭ঘ ৪। 10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি পানিবিন্দু 125টি বিন্দুতে বিভক্ত হলে পৃষ্ঠশক্তি বৃদ্ধি নির্ণয় করো। পানির পৃষ্ঠটান 7.2×10^{-2} N m^{-1}। [উ: 36.17×10^{-9} J]

৭ঘ ৫। A ও B দুটি তরল পদার্থ যাদের ঘনত্ব যথাক্রমে 1000 kg m^{-3} ও 800 kg m^{-3}। প্রথমে A তরল হতে 0.1 m দৈর্ঘ্যের তারকে অনুভূমিকভাবে ওপরে ওঠানো হলো। পরে 4 mm ব্যাসার্ধের ও 7.8×10^3 kg m^{-3} ঘনত্বের একটি লোহার গোলককে A ও B উভয় তরলে ছেড়ে দিয়ে দেখা গেলো তাদের প্রান্তবেগ যথাক্রমে 2.3×10^2 m s^{-1} ও 4×10^2 m s^{-1} [A তরলের পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1} এবং $g = 9.8$ m s^{-2}.]

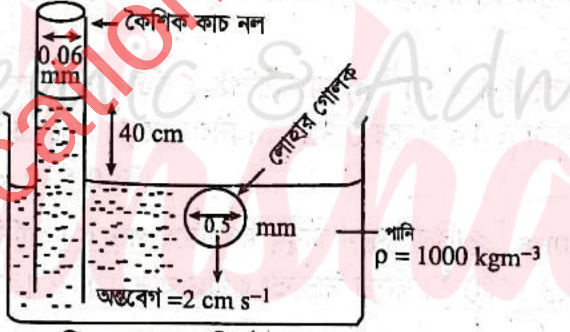
(ক) উদ্দীপকের তারটিকে ওঠানোর সময় প্রযুক্ত বল এর মান হিসাব করো।

(খ) উদ্দীপকের কোন তরলটি বেশি সান্দ্র—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

[উ: (ক) 14.4×10^{-3} N ; (খ) A তরলের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta_A = 1.03 \times 10^{-3}$ N s m^{-2} এবং B তরলের সান্দ্রতাঙ্ক, $\eta_B = 6.1 \times 10^{-4}$ N s m^{-2}। $\because \eta_A > \eta_B \quad \therefore$ A তরল B তরল অপেক্ষা অধিক সান্দ্র।]

[কু. বো. ২০১৭]

৭ঘ ৬। তাজিন পরীক্ষাগারে পানির সান্দ্রবল ও পানির বিশুদ্ধতা নির্ণয়ের জন্য নিচের চিত্রানুযায়ী পরীক্ষা সম্পাদন করে।



(ক) লোহার গোলকের ওপর পানির সান্দ্রবল নির্ণয় করো। [পানির সান্দ্রতা গুণাঙ্ক 3×10^{-3} N s m^{-2}]

(খ) পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ কিনা—পরীক্ষালব্ধ ফলাফল বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত দাও। [উল্লেখ্য বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}]

[উ: (ক) 2.827×10^{-7} N ; (খ) পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত পানির পৃষ্ঠটান 58.8×10^{-3} N m^{-1} কিন্তু বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}। সুতরাং পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত পানি বিশুদ্ধ নয়।]

[অভিন্ন প্রশ্ন (খ সেট) ২০১৮]

৭ঘ ৭। প্রতিটি 1 mm ব্যাসার্ধের আটটি বৃষ্টির ফোঁটা 5 cm s^{-1} প্রান্তিক বেগ পতনশীল। যদি আটটি ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড়ো ফোঁটায় পরিণত হয় তাহলে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।
(দেওয়া আছে পানির পৃষ্ঠটান = 7.4×10^{-2} N m^{-1})। [উ: 3.72×10^{-6} J] [বুয়েট : ২০১৬–২০১৭]

৭ঘ ৮। 8টি সমান মাপের পানির ফোঁটা (ব্যাসার্ধ 5×10^{-4} মিটার) একত্র করে একটি বড়ো ফোঁটা তৈরি করলে কত শক্তি নির্গত হবে ? মনে করো পানির পৃষ্ঠটান 7.2×10^{-2} Nm^{-1}। [উ: 9.043×10^{-7} J]

৭ঘ ৯। 0.17×10^{-2} m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট 25টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড়ো ফোঁটা তৈরি করলো। এতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। [পানির পৃষ্ঠটান =7.2×10^{-2} N m^{-1}।] [উ: 4.3×10^{-6} J।]

Educationblog24.com
Academic & Admission pathshala We Rise by lifting others

৭ঘ ১০। 0.5×10^{-3} m ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক কাচনল পারদে ডুবালে নলের মধ্যে পারদের অবনমন 6.753×10^{-3} m হয়। কাচের সাথে পারদের স্পর্শকোণ কত ? [উ: 118.94° ।] [কুয়েট : ২০১৬–২০১৭]

৭ঘ ১১। একটি সাবানের বুদবুদকে 1 cm ব্যাস হতে ধীরে ধীরে আকৃতি বৃদ্ধি করে 10 cm ব্যাসে পরিণত করা হলো। কৃতকাজ কত হবে ? (সাবানের পানির পৃষ্ঠটান 25×10^{-3} N m^{-1})। [উ: 1.55×10^{-3} J]

৭ঘ ১২। 2 cm ব্যাসার্ধের একটি সাবানের বুদবুদকে 3 cm ব্যাসার্ধের বুদবুদে পরিণত করতে কাজের পরিমাণ নির্ণয় করো। বুদবুদের পৃষ্ঠটান 7.2×10^{-2} N m^{-1}। [উ: 9.047×10^{-4} J ।]

৭ঘ ১৩। কোনো তরলের ফোঁটায় তলশক্তি U। উক্ত ফোঁটা থেকে 1000টি একই রকমের ফোঁটা তৈরি করা হলো। সবকটি ফোঁটার মোট তলশক্তি কত হবে ? [উ: 10 U] [বুটেক্স : ২০১৬–২০১৭]

৭ঘ ১৪। একটি সাবান পানির পৃষ্ঠটান 3×10^{-2} Nm^{-1}। একটি সাবান পানির বুদবুদের বাইরে ও ভেতরের চাপের পার্থক্য 4 N m^{-1} হলে বুদবুদটির ব্যাসার্ধ কত ? [উ: 3×10^{-2} m] [জা. বি ২০১৫–২০১৬]

৭ঘ ১৫। 28°C তাপমাত্রায় পানির উপরিতল থেকে 0.5 m দীর্ঘ তারকে অনুভূমিকভাবে সর্বাধিক 7.3×10^{-3} N বলে ওঠানো গেলে পানির পৃষ্ঠটান কত ? [উ: 7.3×10^{-3} N m^{-1}] [মা. ভা. বি. প্র. বি. ২০১৬–২০১৭]

৭ঘ ১৬। 20°C তাপমাত্রায় পানির উপরিতল হতে 0.5 m দীর্ঘ একটি অনুভূমিক তারকে টেনে তুলতে যে সর্বাধিক বলের প্রয়োজন হয় তার মান 7.28×10^{-3} N। পানির পৃষ্ঠটান বের করো। (তারের ওজন নগণ্য)। [উ: 7.28×10^{-3} N m^{-1}] [জা. বি. ২০১৬–২০১৭]

৭ঘ ১৭। একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.1 cm। একে 50×10^{-3} N m^{-1} পৃষ্ঠটান এবং 100 kg m^{-3} ঘনত্বের তেলে ডুবালে কৈশিক নলে কত উচ্চতায় তেল উঠবে ? [স্পর্শকোণ = 20°] [উ: 9.588 cm]

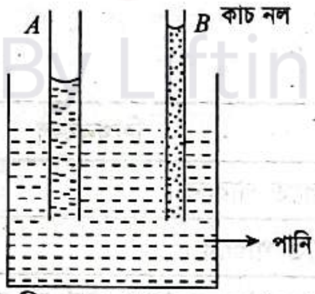
৭ঘ ১৮। 3.0 mm এবং 6.0 mm ব্যাসবিশিষ্ট দুটি কৈশিক নলকে একটি পানির পাত্রে খাড়াভাবে আংশিক ডুবিয়ে রাখলে নল দুটির ভেতর দিয়ে পানি ওপরে ওঠে যে দুটি তরল অবতল তলের সৃষ্টি করে সেই তল দুটির মধ্যে উচ্চতার পার্থক্য কত ? (পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রায় পানির পৃষ্ঠটান 7.3×10^{-2} N m^{-1}, স্পর্শকোণ শূন্য এবং পানির আপেক্ষিক ঘনত্ব 1×10^{3} kg m^{-3}) [উ: 4.966×10^{-3} m]

৭ঘ ১৯। 0.2 mm ব্যাসের একটি কৈশিক নলে পানির আরোহণ নির্ণয় করো। পানির পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1} ও ঘনত্ব 10^{3} kg m^{-3}। [উ: 14.694×10^{-2} m]

৭ঘ ২০। 0.8×10^{-3} m ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক কাচনল পারদে ডুবালে নলের মধ্যে পারদের অবনমন 6.753×10^{-3} m হয়। কাচের সাথে পারদের স্পর্শকোণ কত ? পারদের পৃষ্ঠটান 4.7×10^{-1} N m^{-1} এবং ঘনত্ব 13.6×10^{3} kg m^{-3} । [উ : 140°]

৭ঘ ২১। তার্পিন তেলের পৃষ্ঠটান 27×10^{-3} N/m এবং ঘনত্ব 0.87×10^{3} kg/m^{3}। যদি 5.8×10^{-5} m ব্যাসের একটি কৈশিক নলের গাত্রের সাথে স্পর্শকোণ 22° হয়, তবে নলটিতে তার্পিন তেল কত উচ্চতায় উঠবে নির্ণয় করো। [উ: 0.202 m] [কুয়েট : ২০১৭–২০১৮]

৭ঘ ২২।



ওপরের চিত্রে প্রদর্শিত A নলের ব্যাস 0.8 মি. মি. এবং B নলের ব্যাস 0.4 মি. মি.। পানির স্পর্শকোণ 2°, পৃষ্ঠটান 72×10^{-3} N m^{-1}।

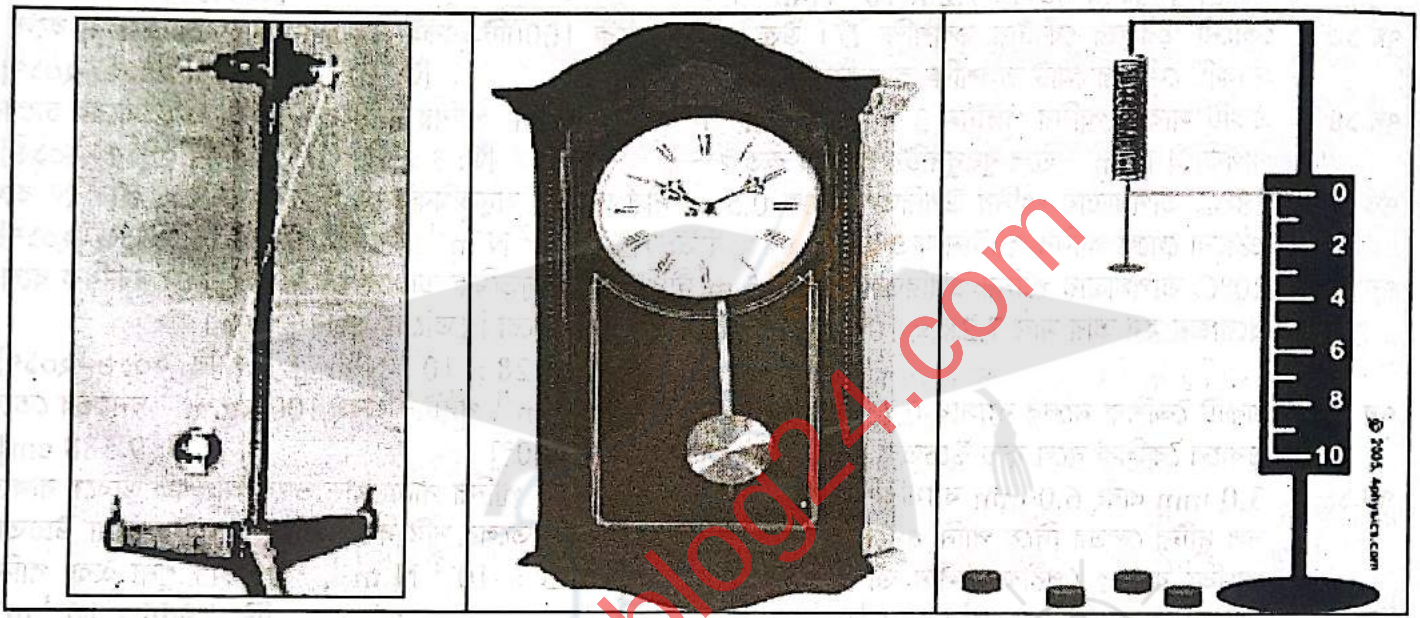
(ক) B নলের পানির উচ্চতা বের করো।

(খ) নল দুটিতে পানির উচ্চতার তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ করো।

[উ: (ক) 7.3 cm ; (খ) h এর সাথে r এর সম্পর্ক থেকে আমরা জানি $h \propto \frac{1}{r}$ $\because r_A > r_B$ $\therefore$ $h_B > h_A$ অর্থাৎ যে নলের ব্যাসার্ধ কম সে নলে তরলের উচ্চতা বেশি হবে।] [সি. বো. ২০১৫]

Educationblog24.com
We Rise By Lifting Others

৮ পর্যাবৃত্তিক গতি
PERIODIC MOTION



পূর্বের অধ্যায়গুলোতে আমরা বিভিন্ন প্রকার গতি যেমন, সুষম ত্বরণ গতি, বৃত্তাকার গতি, ঘূর্ণন গতি প্রভৃতি আলোচনা করেছি। আরেক ধরনের গতি হলো পর্যাবৃত্তিক গতি। প্রাকৃতিক ও প্রাযুক্তিক উভয় জগতে অনেক ঘটনা রয়েছে যা পর্যাবৃত্তিক। পর্যাবৃত্তিক গতির সবচেয়ে সরল উদাহরণ হলো কোনো বস্তুকণার বৃত্তাকার পথে আবর্তন। সূর্যের চারদিকে গ্রহের এবং গ্রহের চার পাশে উপগ্রহের (প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম উভয়ই) আবর্তন পর্যাবৃত্তিক। এ অধ্যায়ে আমরা পর্যাবৃত্তিক গতি আলোচনা করবো।

প্রধান শব্দসমূহ :
পর্যাবৃত্তি, স্থানিক পর্যাবৃত্তি, কালিক পর্যাবৃত্তি, পর্যায়কাল, কম্পাঙ্ক, স্পন্দন গতি, সরল দোলন গতি, বিস্তার, দশা, সরল দোলক, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, সেকেন্ড দোলক।

এ অধ্যায় পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা—

ক্রমিক নং	শিখনফল	অনুচ্ছেদ
১	পর্যাবৃত্ত ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.১
২	পর্যাবৃত্ত গতি ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.২
৩	সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে বলের প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.৩
৪	সরল ছন্দিত গতি-সংশ্লিষ্ট রাশিসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.৩, ৮.৬
৫	সরল দোল গতিসম্পন্ন বস্তুর অন্তরক সমীকরণ প্রতিপাদন ও এর গাণিতিক বিশ্লেষণ করতে পারবে।	৮.৪, ৮.৫, ৮.৬
৬	দৈনন্দিন জীবনে সরল দোলন গতির ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.৮, ৮.৯, ৮.১০

ক্রমিক নং	শিখনফল	অনুচ্ছেদ
৭	লেখচিত্র ব্যবহার করে সরল দোলন গতিসম্পন্ন বস্তুর মোট শক্তির সংরক্ষণশীলতা প্রমাণ করতে পারবে।	৮.৭
৮	অল্পবিস্তারে গতিশীল একটি সরল দোলকের গতিকে সরল ছন্দিত গতিরূপে ব্যাখ্যা করতে পারবে।	৮.১০
৯	সরল দোলন গতি ও বৃত্তাকার গতির সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবে।	৮.১১
১০	**ব্যবহারিক :** ○ একটি স্প্রিং-এর স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় করতে পারবে। ○ একটি স্প্রিংকে দোলক হিসেবে ব্যবহার করে বিভিন্ন বস্তুর ভরের তুলনা করতে পারবে।	৮.১২

৮.১। পর্যাবৃত্তি

Periodicity

কোনো ঘটনা, কোনো রাশি বা কোনো অপেক্ষকের (function) বা কোনো কিছুর যদি বার বার পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে আমরা বলি পর্যাবৃত্তিক ঘটনা বা রাশি বা অপেক্ষক। যেমন, প্রতি বছর ২৬ মার্চ আমরা স্বাধীনতা দিবস পালন করি, প্রতি বছর ১ বৈশাখ আমাদের বাংলা নববর্ষ। প্রতি সপ্তাহে শুক্রবার সরকারি ছুটি থাকে, ঘড়ির একটা কাঁটা নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট দাগ অতিক্রম করে, সাইন (sine) বা কোসাইন (cosine) ফাংশনগুলো 360° পরপর একই মান গ্রহণ করে, বিদ্যুৎ সঞ্চালন লাইনের খুঁটিগুলো নির্দিষ্ট দূরত্বে বসানো থাকে।

কোনো ঘটনার বা কোনো কিছুর যদি নির্দিষ্ট দূরত্ব তথা স্থান (space) বা সময় তথা কাল (time) পর পর পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে পর্যাবৃত্তি বলা হয়। পর্যাবৃত্তি দু রকমের হতে পারে; যথা, স্থানিক পর্যাবৃত্তি ও কালিক পর্যাবৃত্তি।

স্থানিক পর্যাবৃত্তি (Spatial periodicity)

কোনো পুনরাবৃত্তি যদি দূরত্ব বা স্থানের সাপেক্ষে ঘটে থাকে তখন তাকে স্থানিক পর্যাবৃত্তি বলা হয়।

সংজ্ঞা : কোনো ঘটনার বা বিন্যাসের বা বস্তুর গতির যদি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে স্থানিক পর্যাবৃত্তি বলে।

যেমন, ডোরাকাটা শার্টের একই রঙের ডোরা, এক স্থান থেকে বিদ্যুৎ সঞ্চালন লাইনের খুঁটি, বড়ো নদীর সেতুর পিলার (নির্মাণাধীন পদ্মা সেতুতে ১৫০ মিটার পরপর বিয়াল্লিশটি পিলার আছে আবার নির্মাণাধীন মেট্রোরেলে ২৬ মিটার পরপর একটা করে পিলার রয়েছে।) ; সারিবদ্ধ কামান থেকে তোপধ্বনি (নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর ধ্বনি উৎপন্ন হয়); আলোর ব্যতিচার ডোরা, ঢেউটিন, পানি বা টানা তারের তরঙ্গ চূড়া বা তরঙ্গ খাঁজ প্রভৃতি।

স্থানিক পর্যাবৃত্তি হার বা কম্পাঙ্ককে প্রতি মিটার (m^{-1}) এককে প্রকাশ করা হয়।

কালিক পর্যাবৃত্তি (Temporal periodicity)

কোনো পুনরাবৃত্তি যদি সময় বা কালের সাপেক্ষে ঘটে তখন তাকে কালিক পুনরাবৃত্তি বলা হয়।

সংজ্ঞা : কোনো ঘটনার বা বস্তুর গতির যদি নির্দিষ্ট সময় পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে কালিক পর্যাবৃত্তি বলে।

যেমন, ১৬ ডিসেম্বর আমাদের জাতীয় বিজয় দিবস, প্রতি এক বছর পরপর বিজয় দিবস আসে; ঘড়ির কাঁটার গতি, নির্দিষ্ট সময় পরপর ঘড়ির কাঁটা ডায়ালের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অতিক্রম করে; সরল দোলকের বা স্প্রিং-এর গতি, আমাদের বাড়ি ঘরে ব্যবহৃত পর্যাবৃত্ত বা দিক পরিবর্তী প্রবাহ (alternating current বা AC) যা প্রতি 0.02 সেকেন্ড পরপর একই মান গ্রহণ করে। কালিক পর্যাবৃত্তি হার বা কম্পাঙ্ককে প্রতি সেকেন্ড (s^{-1}) এককে পরিমাপ করা যায়।

Educationblog24.com